



Universidad Nacional De Ingeniería
Recinto Universitario “Pedro Arauz Palacios”
Facultad De Tecnología De La Industria
Ingeniería Mecánica

Diseño De Un Sistema De Climatización Del Edificio “Julio Padilla” Del Recinto Universitario “Pedro Arauz Palacios” De La “Universidad Nacional de Ingeniería”, en el año 2015.

AUTORES

Br. Francisco Antonio Balladares Alvarado.
Br. Haydrish Florencio Jarquín Rodríguez.
Br. Luis Alejandro Balladares Alvarado.

TUTOR

MSc. Lester Antonio Artola Chavarría.

Managua, 27 de Mayo de 2016.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

BALLADARES ALVARADO FRANCISCO ANTONIO

Carne: **2010-33537** Turno **Diurno** Plan de Estudios **972A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECÁNICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los trece días del mes de octubre del año dos mil quince.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

JARQUÍN RODRÍGUEZ HAYDRISH FLORENCIO

Carne: **2010-33722** Turno **Diurno** Plan de Estudios **972A**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECÁNICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y ocho días del mes de octubre del año dos mil quince.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

BALLADARES ALVARADO LUIS ALEJANDRO

Carne: **2009-30003** Turno **Diurno** Plan de Estudios **972A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECÁNICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y tres días del mes de marzo del año dos mil quince.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

A: Brs. Francisco Antonio Balladares Alvarado
 Haydrish Florencio Jarquín Rodríguez
 Luis Alejandro Balladares Alvarado

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA: viernes 30 de octubre del 2015

Por este medio hago constar que su trabajo de Investigación Titulado **"Diseño de un sistema de climatización del Edificio "Julio Padilla" del Recinto Universitario "Pedro Arauz Palacios" de la Universidad Nacional de Ingeniería, en el año 2015."** para obtener el título de Ingeniero Mecánico y que contara con la Ing. Lester Antonio Artola Chavarría, Como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,

Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



C/c Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
RECINTO UNIVERSITARIO PEDRO ARAUZ PALACIOS
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA

Managua 19 de Mayo de 2016

MSc. Daniel Cuadra Horney
Decano FTI
Sus manos

Estimado Ing. Cuadra:

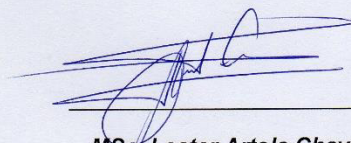
Reciba un cordial saludo de mi parte. El motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que he revisado la monografía titulada: **"Diseño De Un Sistema De Climatización Del Edificio "Julio Padilla" Del Recinto Universitario "Pedro Arauz Palacios" De La "Universidad Nacional de Ingeniería", en el año 2015"** la cual fue elaborada por los bachilleres:

- **Francisco Antonio Balladares Alvarado**
- **Haydrish Florencio Jarquín Rodríguez**
- **Luis Alejandro Balladares Alvarado**

No omito manifestarle que el documento cumple con los requisitos técnicos y académicos establecidos por la facultad y nuestra Alma Mater, por lo cual le solicito la programación de defensa de la monografía antes mencionada.

Agradeciéndole de antemano a la presente, le saludo deseándole éxito en sus funciones.

Atentamente,



MSc. Lester Artola Chavarría
Tutor

Cc. Archivo

Agradecimiento.

En primer lugar y ante todo quiero agradecerle a Dios por haberme dado la salud y sabiduría necesaria para poder concluir este proyecto monográfico.

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por haberme guiado por el camino correcto, por el apoyo incondicional y por el sacrificio que han realizaron para que yo pudiera concluir mis estudios.

A mi esposa, porque ella ha sido un pilar fundamental en mi vida, por la confianza que me ha dado, por siempre estar ahí cuando solicite de su apoyo, por los consejos y por esas palabras de aliento que me ayudaron a seguir adelante y no darme por vencido.

A mi hija, porque a su corta edad es la persona que me llena de alegría mis días, porque es la que me motiva día a día y me inspira a seguir adelante.

Al Msc. Lester A. Artola Chavarría, por ser nuestro tutor y guiarnos paso a paso a lo largo de ese proyecto.

Y a todas aquellas personas que directa o indirectamente nos ayudaron a que se concluyera este proyecto monográfico.

Haydrish Florencio Jarquín Rodríguez.

Agradecimiento.

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por brindarme una vida llena de aprendizaje y experiencia y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Adrey Ivett Alvarado y Buenaventura Balladares por apoyarme y ser fortaleza en los momentos de debilidad, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. A mi prometida por ser una parte importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

Le agradezco a nuestro tutor y a los docentes que de una forma u otra nos brindaron confianza, apoyo y dedicación de tiempo para la realización de nuestra tesis monográfica.

Luis A. Balladares Alvarado.

Dedicatoria

A Dios

Porque me otorgo salud, sabiduría y perseverancia a lo largo de todo este trabajo, y me dio las fuerzas necesarias para seguir adelante y poder lograr concluir mis estudios.

A mis padres

Florencio de Jesús Jarquín Rizo y Luisa Belkis Rodríguez Rivera, porque son mis dos grandes ejemplos de que el trabajando duro trae sus recompensas, por sus consejos que me han ayudado de mucho a seguir por el buen camino y porque nunca me dieron la espalda y me apoyaron todo este tiempo para que pudiera consumir mis estudios.

A mi esposa.

Marcia Yesenia López Uriarte, por ser una persona muy especial en mi vida y más que todo porque siempre me motivo a seguir, a no darme por vencido por esas palabras de aliento que me ayudaron de mucho a seguir adelante para poder concluir mis metas

A mi hija

Allison Hayeli Jarquín López, porque ella es mi motor principal y es la que me motiva día a día a seguir adelante para llegar a ser un buen ejemplo para ella.

Haydrish Florencio Jarquín Rodríguez.

Dedicatoria

Primeramente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor por los ejemplos de perseverancia y constancia, por el valor mostrado para salir adelante y a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este documento.

A nuestros docentes por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, por su apoyo ofrecido en este trabajo, por habernos transmitidos los conocimientos obtenidos y habernos llevado pasó a paso en el aprendizaje.

Luis A. Balladares Alvarado

Resumen

Este estudio monográfico se realizó para determinar la carga térmica de enfriamiento por cada sección del edificio Julio Padilla del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios, (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería, para la respectiva instalación de equipos de climatización, para lograr un ambiente de confort higrotermico en cada una de estas aulas.

Este estudio facilita información del edificio respecto a un censo de carga realizado para saber cómo está distribuida la red eléctrica dentro de este y de que banco se alimenta, de igual forma se realizó los cálculos para determinar la carga térmica de enfriamiento el cual se detalla paso a paso dentro de este documento, seguido de un minucioso análisis para la selección de equipos tomando en cuenta parámetros de eficiencia energética y la viabilidad en lo que corresponde lo técnico económico ambiental.

Se realiza un plan de instalación con el fin de que estos equipos seleccionados queden instalados de manera correcta en la mejor posición posible dentro de cada una de las aulas, evitando posibles accidentes y garantizando la vida útil del equipo así como su fácil mantenimiento.

Abreviaturas y significados

A: área

Ag: área de ventana.

Aw: área de pared.

BH: temperatura de bulbo húmedo

BTU: unidad térmica británica.

BS: temperatura de bulbo seco

CFM: factor de carga de enfriamiento.

Cs: coeficiente de sombreado.

DTCE: diferencia de temperatura para carga de enfriamiento.

DTCEc: diferencia de temperatura para carga de enfriamiento corregido.

°F: grados Fahrenheit.

f: Factor de corrección.

Fc: factor para corregir cada ganancia de calor sensible en el resino.

Fce: factor de carga de enfriamiento

FGSC: factor de ganancia de calor solar.

Ft²: pies cuadrados.

Fb: factor de balastr0

HR: humedad relativa.

K: factor de corrección por calor de superficie.

K: conductancia de la unidad de longitud.

KVA: potencia activa.

KW: kilo watt

L: longitud.

LM: factor de corrección por latitud y mes.

n: número de personas.

Q: ganancia neta del recinto por conducción a través de techo, paredes, vidrio o puertas.

QL: calor latente

Qs: calor sensible.

Qt: calor total.

R: resistencia térmica.

RD: rango diario.

TBs: temperatura de bulbo seco.

TR: temperatura de recinto.

To: temperatura de diseño de exterior.

U: coeficiente global de transferencia de calor.

Uw: coeficiente de transferencia de calor pared.

Ug: coeficiente de transferencia de calor vidrio.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	2
III.	JUSTIFICACIÓN.....	3
IV.	OBJETIVOS.....	4
4.1	Objetivo general.....	4
4.2	Objetivos específicos.....	4
V.	MARCO TEÓRICO.....	5
5.1	GENERALIDADES DE CLIMATIZACIÓN.....	5
5.1.1	Historia del aire acondicionado.....	5
5.1.2	Climatización	6
5.1.3	Proceso de climatización	6
5.1.4	Ciclo de Refrigeración.....	10
5.1.5	Confort higrotérmico.....	12
5.2	MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR	15
5.2.1	Conducción.....	15
5.2.2	Convección	16
5.2.3	Radiación	16
5.3	CARGA DE ENFRIAMIENTO	16
5.3.1	Condiciones para la carga de enfriamiento.....	17
5.3.2	Datos atmosféricos del sitio	17
5.3.3	Espesor y características de los aislamientos.....	18
5.3.4	La cantidad de sombreado de los vidrios	18
5.3.5	Concentración de personal en el local	18
5.3.6	Las fuentes de calor internas	18
5.3.7	Caudal de ventilación necesario.....	18
5.4	CONCEPTOS BÁSICOS DE METEOROLOGÍA.....	19
5.4.1	Meteorología.....	19
5.4.2	Aire	20
5.4.3	Calor sensible	20
5.4.4	Calor latente	20
5.4.5	Temperatura de Bulbo Seco Temperatura seca.....	20
5.4.6	Temperatura de Bulbo húmedo.....	21

5.4.7	Temperatura de rocío o punto de rocío	21
5.4.8	Humedad relativa	21
5.4.9	Humedad específica	22
5.4.10	Deshumidificación	22
5.4.11	Rango Diario de Temperatura	22
5.4.12	Constante solar	22
5.4.13	Radiación	23
5.4.14	Radiación solar	23
5.4.15	La Presión Atmosférica.....	23
5.4.16	Las precipitaciones	23
5.4.17	La carta Psicométrica	24
5.5	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	25
5.5.1	Aire acondicionado.....	25
5.5.2	Componentes del sistema de aire acondicionado Split	25
5.6	Instalación y mantenimiento usando R410A	36
5.6.1	Acerca del Refrigerante R410A	36
5.7	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	40
5.7.1	Sistema Split Inverter	40
VI.	CENSO DE CARGA.....	44
VII.	ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE CARGA.....	44
VIII.	DESARROLLO	45
8.1	ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL CENSO DE CARGA DEL EDIFICIO JULIO PADILLA	45
8.2	MEMORIA DE CÁLCULOS DE LA CARGA TÉRMICA	51
8.2.1	Ganancia de calor por paredes (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).....	51
8.2.2	Ganancia de calor por ventanas (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).....	55
8.2.3	Ganancia de calor por techo (Planta alta pabellón Norte Aula 1037)	56
8.2.4	Ganancia de calor por puertas (Planta alta pabellón Norte Aula 1037)	57
8.2.5	Ganancia de calor debido a iluminación (Planta alta pabellón Norte Aula 1037). ...	59
8.2.6	Ganancia de calor por personas (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).	59
8.2.7	Ganancia de calor debido a equipos eléctricos (Planta alta pabellón Norte Aula 1037). 60	
8.2.8	Transferencia de calor a los alrededores (Planta alta pabellón Norte Aula 1037). ..	61
8.2.9	Ganancia de calor por infiltración (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).	61

8.2.10	Factor de seguridad para la carga térmica de enfriamiento (Planta alta pabellón Norte Aula 1037)	62
8.2.11	Carga térmica total del recinto (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).....	63
8.3	CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO EDIFICIO JULIO PADILLA PLANTA BAJA.....	64
8.4	CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO EDIFICIO JULIO PADILLA PLANTA ALTA.	65
8.5	SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS ADECUADOS TOMANDO EN CUENTA LOS PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y FUNCIONALIDAD, PARA UN MEJOR RENDIMIENTO Y CONFORT.....	66
8.5.1	Selección de equipos para las áreas a climatizar	66
8.5.2	Análisis de la carta psicométrica.	66
8.5.3	Consumo energético del equipo seleccionado	69
8.6	DISEÑAR UN PLAN DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS.....	71
8.6.1	Información para la instalación seleccionando la mejor ubicación	71
8.6.1.3	Distancias Frigoríficas.....	71
8.6.2	Diagrama de instalación	71
8.6.3	Instalación	73
8.6.5	Válvulas de servicio, vacío y carga de refrigerante	79
8.6.6	Vacío de la instalación - Unidad nueva	80
8.6.7	Recogida del refrigerante en la unidad exterior - Traslados.....	82
8.6.8	Vacío de la instalación - Reinstalación de un equipo	82
8.6.9	Vacío de la instalación - No hay refrigerante en el equipo	84
8.6.10	Carga de refrigerante - Después de efectuar el vacío	86
8.7	Herramientas para instalación y mantenimiento.....	86
8.7.1	Herramientas necesarias.....	86
8.7.2	Herramientas para R410A.....	88
8.7.3	Herramientas de R410A válidas para modelos R 22	94
8.7.4	Instalación de tubería frigorífica	94
8.7.5	INSTALACIÓN, TRASLADO Y MANTENIMIENTO.....	98
IX.	CONCLUSIONES	112
X.	RECOMENDACIONES:	114
XI.	ANEXO	116
XII.	BIBLIOGRAFÍA.....	215

I. INTRODUCCIÓN.

El presente documento recoge los estudios necesarios para el diseño de un sistema de climatización para el edificio “Julio Padilla” ubicado en el recinto universitario “Pedro Arauz Palacios” de la “Universidad Nacional de Ingeniería”, en el año “2015.

La climatización de los edificios es hoy en día uno de los aspectos indispensables e inimaginable su ausencia a la hora de realizar cualquier construcción. Sin embargo, no hay que olvidar que este aumento de la necesidad de confort higrotérmico repercute en el incremento de consumo de energía eléctrica. Es por ello, por lo que no solo se debe plantearse el hecho de buscar su bienestar a cualquier precio, si no buscar que ese confort se produzca con el mínimo consumo de energía.

Para crear y mantener las condiciones de confort higrotérmico, para el bienestar humano dentro de un local cerrado es necesario utilizar equipos de acondicionamiento de aire. Para esto es fundamental un correcto cálculo de cargas con su correspondiente análisis, no solo para una buena selección del sistema de acondicionamiento y de los correspondientes equipos, sino también para intentar que el funcionamiento del sistema de climatización se adapte a las necesidades reales en cada momento.

El resultado es el cálculo integral de la instalación necesaria en sus diferentes ámbitos dando satisfacción a los objetivos propuestos.

II. ANTECEDENTES.

En 1902 Willis Carrier sentó las bases del moderno aire acondicionado y desarrollo el concepto de climatización. El acondicionamiento de aire es el proceso que se considera más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire dentro de los locales.

El edificio Julio Padilla está ubicado en el “Recinto Universitario Pedro Arauz Palacio (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería” (UNI), fundado en el año 2002.

Este edificio compuesto por dos plantas, cada una de sus plantas consta con seis aulas una oficina y baños, en el principio de su funcionamiento hasta la actualidad, para los estudiantes como para los docentes ha sido de gran utilidad, pero con el transcurso de los años y debido a las escalas de cambios climáticos que se han venido presentando a atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Las temperaturas que se han registrado en la ciudad de Managua han sido de 32°C hasta los 38°C la más alta.

Por ello se pretende hacer el estudio de climatización en dichas instalaciones para mejorar el de confort y la calidad de estudio también a los equipos que se encuentran en él.

III. JUSTIFICACIÓN.

Este estudio busca optimizar las condiciones de confort higrotérmico en las aulas de clases del edificio “Julio Padilla”, debido a que la ciudad de Managua se caracteriza por tener un clima de temperatura alta y una humedad relativa en un rango del 70.5% - 90.8% según estudios realizados por INETER.

Ofrecer mejores condiciones de ambiente de confort higrotérmico en las aulas de clases, beneficiaría a los estudiantes en primer lugar, al cuerpo docente e indirectamente también favorecería a los equipos que están instalados en estas aulas, ya que estos operarían en el rango de temperaturas y humedad relativa que indica el manual, lo que garantizaría su vida útil.

La finalidad de proponer mejores condiciones de ambiente de confort higrotérmico en las aulas de clase es para que el estudiante se sienta satisfecho y cómodo en esa área, estimulando de esta manera a que permanezca dentro de las aulas de clases obteniendo con esta condición mejores rendimientos académicos.

Esta clase de análisis nos permite agilizar el desarrollo de proyectos a beneficio de la comunidad universitaria.

IV. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general.

- Diseñar un sistema de climatización para el confort humano, en el edificio “Julio Padilla” del recinto universitario “Pedro Arauz Palacios” de la “Universidad Nacional de Ingeniería”, en el año 2015.

4.2 Objetivos específicos.

- Elaborar un censo de carga del edificio “Julio Padilla”
- Calcular la carga térmica del edificio “Julio Padilla”.
- Seleccionar los equipos adecuados tomando en cuenta los parámetros de eficiencia energética y funcionalidad, para un mejor rendimiento y confort.
- Diseñar un plan de instalación de equipos.
- Elaborar un estudio de viabilidad Técnico Económico Ambiental para el diseño de instalación de equipos.

V. MARCO TEÓRICO.

5.1 GENERALIDADES DE CLIMATIZACIÓN.

5.1.1 Historia del aire acondicionado.

El acondicionamiento de aire es el proceso que se considera más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire dentro de los locales.

En 1848, Lord Kelvin, invento el principio del aire acondicionado con el objetivo de conseguir un ambiente agradable y sano, el científico creó un circuito frigorífico hermético, basado en la absorción del calor a través de un gas refrigerante (Báez, 2006).

Para ello, se basó en tres principios:

- El calor se transmite de la temperatura más alta a la más baja.
- El cambio de estado del líquido a gas absorbe calor.
- La presión y la temperatura están directamente relacionadas.

En 1902, el estadounidense Willis Haviland Carrier sentó las bases de la refrigeración moderna y al encontrarse con los problemas de la excesiva humidificación del aire enfriado, desarrolló el concepto de climatización de verano (Báez, 2006).

En 1911, Willis Haviland Carrier, reveló su fórmula racional Psicométrica básica, a la Asociación Americana De Ingenieros Mecánicos, la fórmula hoy en día sigue siendo la base de todos los cálculos fundamentales para la industria del aire acondicionado (Báez, 2006).

En 1921, Willis Haviland Carrier, patentó la máquina de refrigeración centrífuga (Báez, 2006).

En 1928, Willis Haviland Carrier, desarrollo el primer equipo que enfriaba, calentaba, limpiaba y hacia circular el aire para casas y departamentos (Báez, 2006).

5.1.2 Climatización

La climatización o acondicionamiento de aire consiste en regular las condiciones del aire en el interior de un local, en lo que se refiere a la temperatura, humedad, limpieza y movimiento, para responder a las exigencias del espacio climatizado. En el ámbito doméstico o laboral, el objetivo que se persigue es alcanzar un grado de confort higrotérmico adecuado para la comodidad de las personas, de tal manera que no tengan que intervenir los mecanismos termorreguladores del cuerpo (metabolismo, sudoración y otros).

La normativa española ha abandonado cualquier referencia al aire acondicionado, por ser una expresión equívoca, ya que parece referirse exclusivamente a la refrigeración (climatización de verano), cuando en realidad debería referirse al acondicionamiento del aire en todas las épocas, verano e invierno (GRINELEC ENRGIA, 2015).

La climatización tiene dos vertientes: la calefacción, o climatización de invierno, y la refrigeración o climatización de verano.

5.1.3 Proceso de climatización

El proceso de climatización incluye las siguientes fases:

5.1.3.1 Control de la temperatura

La temperatura es un parámetro de gran importancia de cara a alcanzar un grado de confort aceptable.

El calor es una forma de energía relacionada directamente con la vibración molecular. Cuando calentamos una sustancia, sus moléculas se mueven rápidamente, generando así una energía: el calor. Si la enfriamos, el movimiento molecular se detiene, bajando así la temperatura.

5.1.3.2 Control de la humedad

La humedad mide la cantidad de agua contenida en el aire, y está directamente relacionada con la sensación de confort.

Se refiere a la cantidad de agua contenida en el aire y se registra por sensaciones de humedad. El aire ambiente se controla para mantener la humedad relativa preestablecida mediante la humidificación o deshumidificación del aire ambiente.

5.1.3.3 Filtrado, limpieza y purificación del aire

La eliminación de las partículas de polvo es fundamental para la salud. Conseguir un adecuado filtraje de aire es una labor básica de un equipo de aire acondicionado.

5.1.3.4 Movimiento, renovación y circulación del aire

Para obtener el confort deseado, el aire debe circular uniformemente por todo el recinto, sin corrientes desagradables.

5.1.3.5 Funciones que deben cumplir los equipos de climatización

Las funciones que deben cumplir los equipos de climatización y aire acondicionado son diferentes en invierno como en verano:

- En verano: enfriamiento, deshumidificación, ventilación, filtrado y circulación.
- En invierno: calentamiento, humidificación, ventilación, filtrado y circulación.

Veamos con detalle estos procesos de climatización y aire acondicionado:

5.1.3.6 Enfriamiento

El enfriamiento se efectúa en verano mediante el sistema de refrigeración. De forma simultánea se realiza la deshumidificación, ya que de lo contrario aumenta de forma significativa el porcentaje de humedad relativa, provocando sensación de molestia y pesadez.

Calentamiento

El calentamiento del aire se efectúa en invierno mediante la calefacción.

5.1.3.7 Humidificación.

En invierno, si se calienta el aire sin entregarle humedad, la humedad relativa disminuye provocando resecamiento de las mucosas respiratorias, con las consiguientes molestias fisiológicas.

La función de humidificación que se ejecuta en invierno en el humectador, debe colocarse después de la batería de calefacción dado que el aire más caliente tiene la propiedad de absorber más humedad.

Existen aparatos que evaporan el agua contenida en una bandeja, por medio de una resistencia eléctrica del tipo blindado, la cual es controlada por medio de un humidostato de ambiente o de conducto. En los casos de grandes instalaciones, se recurre a baterías humidificadoras que incorporan al aire agua finamente pulverizada y como cumplen además una función, suelen llamarse también lavadores de aire (EcuRed , 2015).

5.1.3.8 Deshumidificación

La deshumidificación es el proceso de retirar el vapor de agua contenida en el aire, llamada también humedad. La función de deshumidificación se realiza en verano en forma simultánea en la batería de refrigeración, dado que si no se realiza, el porcentaje de humedad relativa aumenta en forma considerable, provocando una sensación de molestia y pesadez. La humedad contenida en el aire que circula se elimina por condensación, porque se hace trabajar la batería a una temperatura inferior a la del punto de rocío (EcuRed , 2015).

5.1.3.9 Ventilación

Consiste en la entrada de aire exterior para renovar el aire a fin de lograr un adecuado nivel de pureza, evitando vaciamientos y olores.

La función de ventilación, consiste en la entrada de aire exterior, para renovar permanentemente el aire de recirculación del sistema en las proporciones

necesarias a fin de lograr un adecuado nivel de pureza, dado que como el resultado del proceso respiratorio, se consume oxígeno y se exhala anhídrido carbónico, por lo que debe suministrarse siempre aire nuevo a los locales para evitar que se produzcan vaciamientos y olores (EcuRed , 2015).

El aire nuevo del edificio o aire de ventilación penetra a través de una reja de toma de aire, en un recinto llamado pleno de mezcla, en él se mezcla el aire nuevo con el aire de retorno de los locales, regulándose a voluntad mediante persianas de accionamiento manualmente o eventualmente automáticas (EcuRed , 2015).

5.1.3.10 Filtrado

Consiste en tratar el aire mediante filtros para quitar el polvo, impurezas y partículas en suspensión.

La función de filtrado se cumple en la sistema de filtros. Consiste en tratar el aire mediante filtros adecuados a fin de quitarle polvo, impurezas y partículas en suspensión. El grado de filtrado necesario dependerá del tipo de instalación de acondicionamientos a efectuar. Para la limpieza del aire se emplea filtros que normalmente son del tipo mecánico, compuestos por sustancias porosas que obligan al aire al pasar por ellas, a dejar las partículas de polvo que lleva en suspensión. En las instalaciones comunes de confort se usan filtros de poliuretano, lana de vidrio, microfibras sintética o de metálicos de alambre con tejido de distinta malla de acero o aluminio embebidos en aceite. En las instalaciones industriales o en casos particulares se suelen emplear filtros especiales que son muchos más eficientes (EcuRed , 2015).

El filtro es el primer elemento a instalar en la circulación del aire porque no solo protege a los locales acondicionados sino también al mismo equipo de acondicionamiento (EcuRed , 2015).

5.1.3.11 Circulación

Es necesario un cierto movimiento de aire con el fin de evitar su estancamiento, pero sin que se produzcan corrientes perjudiciales.

La función de circulación la realiza el ventilador dado que es necesario un cierto movimiento de aire en la zona de permanencia con el fin de evitar su estancamiento, sin que se produzca corrientes enérgicas que son perjudiciales. Se emplean ventiladores del tipo centrífugo, capaces de hacer circular los caudales de aires necesarios, venciendo las resistencias de frotamiento ocasionadas en el sistema con bajo nivel de ruidos (EcuRed , 2015).

En los equipos destinados a pequeños locales como el acondicionador de ventana o el fan-coil individual, el aire se distribuye directamente mediante rejillas de distribución y retornos incorporados en los mismos. Pero en equipos de cierta envergadura que abastece varios ambientes o recintos amplios debe canalizárselos por medio de conductos, generalmente construido en chapa de hierro galvanizado, convenientemente aislados, retornando mediante rejillas y conductos a las unidades (EcuRed , 2015).

5.1.4 Ciclo de Refrigeración

En el ciclo de refrigeración circula un refrigerante (para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno, se debe extraer calor del espacio y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado, todo esto lo hace el refrigerante) que pasa por diversos estados o condiciones, cada uno de estos cambios se denomina procesos.

El refrigerante comienza en un estado o condición inicial, pasa por una serie de procesos según una secuencia definitiva y vuelve a su condición inicial. Esta serie de procesos se denominan " ciclo de refrigeración". El ciclo de refrigeración simple se compone de cuatro procesos fundamentales, que son: **control y expansión, evaporación, compresión, condensación** (ver fig. N° 1), a continuación se dará un breve resumen de cada uno de los puntos anteriores.

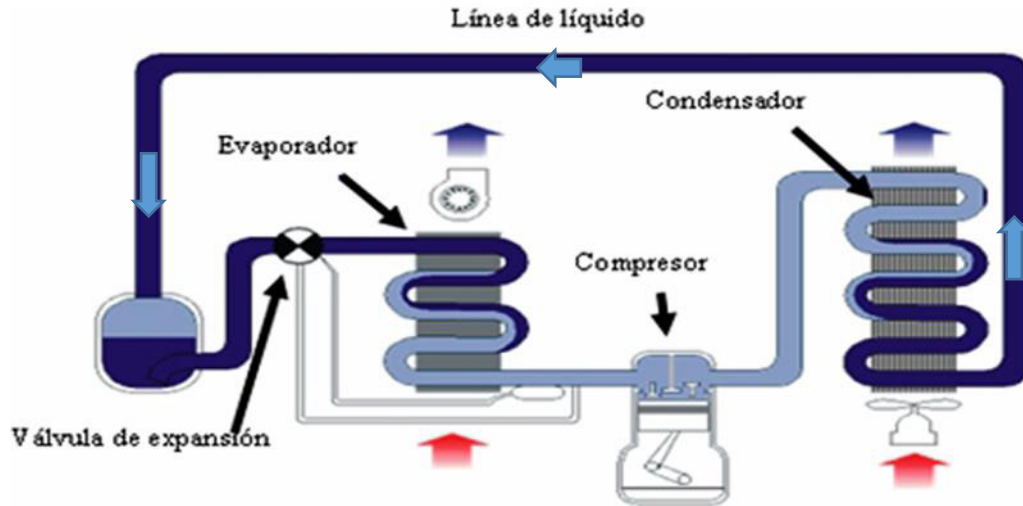


Figura N° 1: Ciclo De Refrigeración.

5.1.4.1 Control y Expansión

Esta etapa es desarrollada por un mecanismo de control de flujo, este dispositivo retiene el flujo y expansiona al refrigerante para facilitar su evaporación posterior. Después de que el refrigerante deja el control del flujo se dirige al evaporador para absorber calor y comenzar un nuevo ciclo.

5.1.4.2 Evaporación

En la etapa de evaporación el refrigerante absorbe el calor del espacio que lo rodea y por consiguiente lo enfría. Esta etapa tiene lugar en un componente denominado evaporador, el cual es llamado así debido de que en el refrigerante se evapora cambia de líquido a vapor.

5.1.4.3 Compresión

El ciclo de compresión, al igual que es el ciclo de absorción, se obtiene el efecto frigorífico aprovechando el fluido utilizado como refrigerante, necesita obtener de su entorno el calor necesario para pasar del estado líquido al de vapor cuando es introducido en un espacio donde la presión es notablemente inferior a la que estaba sometido cuando se encontraba en fase líquida, antes de entrar en ella. La temperatura de evaporación depende de la presión, pero todos los líquidos

necesitan calor para hervir e inversamente, su vapor debe perder calor para condensarse y volver a estado líquido.

El gas refrigerante es comprimido en el compresor y descargado a alta presión en la tubería que lo conduce al condensador donde, al ser enfriado se condensa cediendo calor al medio enfriador.

5.1.4.4 Condensación

La etapa de condensación del ciclo se efectúa en una unidad llamada “condensador” que se encuentra localizado en el exterior del espacio refrigerado. Aquí el gas refrigerante a alta presión y alta temperatura, rechaza calor así al medio ambiente (es enfriado por una corriente de agua o de aire), cambiando de gas a líquido frío y a una alta presión.

5.1.5 Confort higrotérmico

Se puede definir el confort como un estado de completo bienestar físico, mental y social, por ende el confort higrotérmico representa el sentirse bien desde el punto de vista del ambiente exterior a la persona, consiste en la ausencia de malestar térmico de tal manera que una actividad sedentaria y con una ropa ligera, no deben activarse los mecanismos de termorregulación del cuerpo, como el metabolismo, la sudoración y otros (Guías Practicas.Com, 2015).

Para una persona sentada y con ropa liviana el confort higrotérmico se alcanza con una temperatura entre 22°C y 27°C, y una humedad relativa entre 40% y el 60%; con una velocidad óptima del aire entre 2.5 a 4 m/s (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011) .

Las bases fisiológicas para el acondicionamiento, el mantenimiento de un clima interior que sea satisfactorio e higiénicamente, es de vital importancia para el diseño de una instalación de aire acondicionado, destinado al confort higrotérmico de las personas. Para poder determinar la influencia de los factores que afectan al bienestar, es necesario estudiar las relaciones que existen entre el hombre, su actividad y el ambiente en que vive.

Las variables de las cuales depende esa sensación de bienestar pueden ser:

- Individuales
- Ambientales

Las variables individuales del confort dependen de la característica particular del ser humano y de muchos factores como son el nivel de actividad, tipo de ropa, sexo, edad, estado de salud y para su análisis se debe considerar el intercambio de calor del cuerpo humano con el ambiente. En cambio, las variables ambientales de la región están relacionadas con las modificaciones del clima del local a acondicionar. Los parámetros básicos que se deben controlar en un sistema de climatización son la temperatura del aire, la humedad relativa, el movimiento y la calidad del aire interior, sin menospreciar el nivel acústico que también juega un papel importante en las condiciones de ambiente de confort higrotérmico (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.1.5.1 Temperatura del aire

El adecuado control de la temperatura del medio ambiente que circunda el cuerpo humano reduce el esfuerzo fisiológico en el individuo, obteniendo como ello un mejor bienestar físico, mayor rendimiento en el trabajo y mejores condiciones de higiene. El ASHRAE refleja que los valores de temperatura de bulbo seco (TBS) recomendados para mantener condiciones de confort en un ambiente de trabajo de tipo moderado a ligero como el realizado en oficinas, oscila entre 22° y 26 ° (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

En nuestro país, la temperatura de confort recomendada para el verano se sitúa en 22° C, con un margen habitual de 1°C. La temperatura de confort recomendada para invierno es de 20° C. Para poder mantener la temperatura de un recinto en confort, es necesario enfriar el aire que se encuentra dentro, el aire se enfría pasando por los serpentines del evaporador (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.1.5.2 Humedad del aire.

Gran parte del calor del cuerpo humano se disipa por evaporación a través de la piel. La evaporación se incrementa con una baja humedad relativa en el aire y se hace menor si la humedad relativa del aire es alta. Una alta o baja humedad relativa da como resultado reacciones fisiológicas perjudiciales para el ser humano y un pobre desempeño en sus labores.

Los valores de la humedad relativa para el confort humano oscilan entre 40% y el 60%, considerándose el 50 % como el valor óptimo.

Para la humedad del aire del recinto climatizado es necesario agregar o eliminar vapor de agua del aire, es decir someter al aire a un proceso de humidificación o deshumidificación respectivamente (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011) .

5.1.5.3 Movimiento del Aire

La función de movimiento o circulación del aire la realiza el ventilador dado que es necesario un cierto movimiento de aire en la zona de permanencia con el fin de evitar su estancamiento, sin que se produzca corrientes enérgicas que son perjudiciales. Se emplean ventiladores centrífugos, capaces de hacer circular los caudales de aires necesarios, venciendo las resistencias de frotamiento ocasionadas en el sistema con bajo nivel de ruidos (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011) .

5.1.5.4 Limpieza del aire

Es el proceso de mantenimiento el aire con los contaminantes indeseables como polvo, humo y olores a niveles adecuados para el bienestar del individuo dentro del recinto acondicionado; se obtienen mediante filtración del aire previamente a en el recinto o mediante ventilación, para mantener condiciones óptimas comunes se utilizan ambos métodos.

La función de filtrado se cumple en la batería de filtros. Consiste en tratar el aire mediante filtros adecuados a fin de quitarle polvo, impurezas y partículas en suspensión. El grado de filtrado necesario dependerá del tipo de instalación de acondicionamientos a efectuar (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011) .

5.1.5.5 Nivel acústico

El ruido es un fenómeno presente siempre en todo sistema de climatización y dado la cercanía de los equipos de aire acondicionado con las personas, es indispensable tomar en cuenta el ruido en zonas climatizadas, las cuales son muy variadas, antes de instalar el equipo se debe analizar el recinto para ubicar las unidades climatizadoras a una distancia adecuada del lugar climatizado, para no afectar a los ocupantes del recinto, todo ruido superior a los 90 decibeles es perjudicial. El nivel de ruido para oficina es de 45 DB3 (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.2 MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Es el proceso que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción. Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se transmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta en gran medida por convección, y la Tierra recibe calor del sol casi exclusivamente por radiación.

5.2.1 Conducción

La conducción es la transferencia de calor que ocurre únicamente en los sólidos, esta varía dependiendo del tipo de material que se aplique calor. La conducción en las residencias ocurre en las paredes, puertas, techos, pisos y vidrios en el exterior, pero esta depende de varios factores tales como:

- El espesor del material.
- Su área seccional.
- La diferencia de temperatura entre los lados del material.
- Conductividad térmica del material (K).
- Tiempo de duración del flujo.

5.2.2 Convección

La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce únicamente por medio de un fluido y un gas que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. Estos, al calentarse, disminuyen su densidad provocando que circulen por los diferentes espacios de la residencia.

5.2.3 Radiación

El fenómeno de la radiación consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas a través del vacío o de un medio. Es la ganancia de calor que se da a través de ondas similares a la de la luz, los rayos del sol que entran sobre superficies, techo y paredes, que son mejores de color claro para reducir el calor radiante; también en las ventanas de vidrios clara se da la radiación pero es absorbido por vidrios opacos o traslucido; cuando el calor es absorbido por un material o sustancia se convierte en calor latente.

5.3 CARGA DE ENFRIAMIENTO

Es la tasa a la que la energía debe ser removida del espacio acondicionado para mantener la temperatura y la humedad establecida en los valores de diseño (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

Generalmente la carga de enfriamiento difiere de la ganancia de calor debido a que la radiación proveniente de la superficie interna de pared y objetos interiores, así como la radiación solar que entra a través de la apertura, no calienta directamente el aire contenido en el espacio. Esta energía radiante es absorbida en su mayor parte por los pisos paredes interiores y muebles, que por tanto alcanzan temperatura más elevada que la del aire y que luego se enfría por convección. Solo cuando el aire contenido dentro del recinto recibe energía

mediante convección podemos afirmar que esta energía contribuye a la carga de enfriamiento.

A través de años de trabajo, diversas compañías y organizaciones han evaluado múltiples factores requeridos para determinar las cargas de enfriamiento en diversas aplicaciones. Cuando se utilizan estos factores para el cálculo de cargas en espacios y edificios, lo importante es aplicar un buen criterio para desarrollar algún procedimiento definido.

También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ej. Confort humano). Es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa en BTU, la unidad utilizada comercialmente relaciona unidad de tiempo, Btu/hr.

5.3.1 Condiciones para la carga de enfriamiento

La conducción es el modo de transferencia de calor por el cual se verifica un intercambio de energía desde una región de alta temperatura hacia otra de baja temperatura, debido al impacto cinético o directo de moléculas.

Para realizar el estimado de la carga de enfriamiento requerida con la mayor exactitud posible en espacios y edificios, las siguientes condiciones son de las más importantes para evaluar:

5.3.2 Datos atmosféricos del sitio

Este implica obtener datos o medir parámetros climatológicos como: radiación solar horaria, humedad relativa del aire, velocidad del viento y estudio de las sombras.

La característica de la edificación, dimensiones físicas: En esta área se aborda todas las características de dimensiones de un recinto de área, volumen.

La orientación del edificio, la dirección de las paredes del espacio a acondicionar: Es ver cuál es la orientación del lugar que se desea climatizar y de las paredes

entre el espacio acondicionado y el no acondicionado, la dirección con respecto a la incidencia del sol.

El momento del día en que la carga llega a su pico: es importante tomar en cuenta el efecto de almacenamiento de calor de los materiales, es decir, el calor que recibe el recinto a través del sol es almacenado en las paredes.

5.3.3 Espesor y características de los aislamientos

Existen materiales que poseen la propiedad de evitar la transmisión de calor, aumentando las posibilidades de alcanzar un estado de confort. La eficiencia de estos materiales depende del uso que le vaya a dar el diseñador.

5.3.4 La cantidad de sombreado de los vidrios

Todos los diferentes vidrios presentan cierta resistencia a la luz solar, disminuyendo el efecto de transferencia de calor por radiación, esta resistencia es conocida mayormente por sombreado.

5.3.5 Concentración de personal en el local

Se refiere a la distribución del número de habitantes de una determinada construcción o vivienda, que depende del tipo de actividad que se realice en dicha vivienda.

5.3.6 Las fuentes de calor internas

Es todo cuerpo orgánico e inorgánico, capaz de generar un determinado grado de energía térmica, que puede ser transmitida a otros cuerpos de menor temperatura; según la segunda ley de la termodinámica.

5.3.7 Caudal de ventilación necesario

En los locales acondicionados, es importante prever un cierto caudal de aire exterior que permita la supresión de olores debidos a los ocupantes, al tabaco o a otras fuentes.

La tasa de renovación necesaria varía principalmente con el número de ocupantes, la altura del techo y el número de fumadores. Aunque para suprimir los olores corporales basta con un caudal del aire exterior de 8.5 m³/h por persona,

se recomienda proveer 13 m³/h, esto corresponde a techos de 2.40 m de altura y a una densidad de ocupación media de una persona por 4.5 a 7m³.

Existen diferentes métodos para calcular la carga de enfriamiento en un área determinada, en cualquier caso es necesario evaluar diversas características como las condiciones del lugar (condiciones atmosféricas), tipo de construcción y aplicación del espacio a acondicionar. Datos atmosféricos del sitio. Este implica obtener datos o medir parámetros climatológicos como: radiación solar horaria, humedad relativa del aire, velocidad del viento y estudio de las sombras.

Las características de la edificación, dimensiones físicas: En esta área se aborda todas las características de dimensiones de un recinto de área, volumen.

La orientación del edificio, la dirección de las paredes del espacio a acondicionar: Es ver cuál es la orientación del lugar que se desea climatizar y de las paredes entre el espacio acondicionado y el no acondicionado, la dirección con respecto a la incidencia del sol.

5.4 CONCEPTOS BÁSICOS DE METEOROLOGÍA

5.4.1 Meteorología

La meteorología es la ciencia de la atmósfera. La atmósfera es el medio en el que se emiten los contaminantes del aire. Procesos atmosféricos tales como el movimiento del aire (viento) y el intercambio de calor (por ejemplo, la convección y la radiación) determinan el destino de los contaminantes a medida que pasan por las etapas de transporte, dispersión, transformación y remoción. La meteorología de la contaminación del aire es el estudio de cómo estos procesos atmosféricos afectan el destino de los contaminantes del aire (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

Nuestro país consta con un instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, este tiene como uno de sus departamentos es La Dirección General de Meteorología es la instancia responsable de operar y explotar la Red Nacional de Estaciones

Meteorológicas, realizar la vigilancia meteorológica para predecir los desastres producidos por fenómenos peligrosos de origen meteorológico y emitir avisos informativos sobre el comportamiento de cada fenómeno meteorológico (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011). Mide los diferentes componentes de temperatura como los que mencionamos a continuación:

5.4.2 Aire

El aire normal, conocido como aire húmedo en psicrometría está constituido por una mezcla de aire seco y vapor de agua.

El aire seco es una mezcla de varios gases, siendo la composición general la siguiente: Nitrógeno 77% Oxígeno 22% Dióxido de carbono y otros gases: 1%

El aire tiene la capacidad de retener una cantidad variable de vapor de agua en relación a la temperatura del aire. A menor temperatura, menor cantidad de vapor y a mayor temperatura, mayor cantidad de vapor de agua; a presión atmosférica constante (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.3 Calor sensible

Es el calor empleado en la variación de temperatura, de una sustancia cuando se le comunica o sustrae calor (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.4 Calor latente

Es el calor que sin afectar a la temperatura, es necesario adicionar o sustraer a una sustancia para el cambio de su estado físico. Específicamente en psicrometría, el calor latente de fusión del hielo es $h_f = 79,92 \text{ Kcal/kg}$ (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.5 Temperatura de Bulbo Seco Temperatura seca

Se llama temperatura seca del aire de un entorno, o más sencillamente, temperatura seca, a la temperatura del aire, [prescindiendo de la radiación calorífica de los objetos que rodean ese ambiente concreto y de los efectos de la humedad relativa y de los movimientos de aire]. Se puede obtener con el termómetro de mercurio, respecto a cuyo bulbo, reflectante y de color blanco

brillante, se puede suponer razonablemente que no absorbe radiación (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.6 Temperatura de Bulbo húmedo

Temperatura de bulbo húmedo es una muestra de aire después de pasar a través de un proceso ideal, a presión constante de saturación adiabática, esto es, después de que el aire haya pasado a lo largo de una superficie grande de agua líquida en un canal aislado. En la práctica es la lectura de un termómetro cuyo bulbo sensible está cubierto con un tejido humedecido cuya agua se evapora en un flujo rápido de aire de la muestra. La temperatura húmeda (o de bulbo húmedo) es igual a la temperatura seca (o de bulbo seco) cuando la muestra de aire está saturada de agua. La inclinación de la línea de temperatura húmeda constante refleja el calor de vaporización (evaporación) del agua requerido para saturar una cantidad de aire a una humedad relativa dada (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.7 Temperatura de rocío o punto de rocío

Temperatura del punto de rocío es la temperatura a la que una muestra de aire húmedo en las mismas condiciones de presión alcanza la saturación de vapor de agua. En este punto de saturación, el vapor de agua comenzaría a condensarse en agua líquida o (si estuviera por debajo del punto de congelación) en escarcha, al continuar quitando calor. El punto de rocío se mide con facilidad y aporta información de utilidad, pero normalmente no se considera como una propiedad independiente. Corresponde al punto "PR (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011)".

5.4.8 Humedad relativa

Es la relación entre la presión real del vapor de agua contenida en el aire húmedo y la presión del vapor saturado a la misma temperatura. Se mide en tanto por ciento. Esta humedad contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica (Aleman Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

Una humedad relativa del 100% significa un ambiente en el que no cabe más agua. El cuerpo humano no puede transpirar y la sensación de calor puede llegar a ser asfixiante. Corresponde a un ambiente húmedo. Una humedad del 0% corresponde a un ambiente seco. Se transpira con facilidad. Corresponde a la línea “HR” (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.9 Humedad específica

La humedad específica es la cantidad de vapor de agua contenido en el aire medido en gramos de vapor por kilogramo de aire húmedo (g/kg) (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.10 Deshumidificación

Es la capacidad que tiene el equipo para remover la humedad del aire de un espacio cerrado (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.11 Rango Diario de Temperatura

La variable de un valor de la temperatura de una residencia durante las 24 horas. El rango diario de temperatura es la diferencia entre el mínimo y el máximo promedio para el mes más caliente del año (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.12 Constante solar

Cantidad promedio de radiación recibida en un punto perpendicular a los rayos del sol, ubicado fuera de la atmósfera terrestre, en la distancia media entre la Tierra y el sol. En realidad la «constante solar» no es propiamente una constante, pero sí un parámetro que a corto y medio plazo varía dentro de márgenes estrechos. Los resultados de su medición por satélites arrojan un valor promedio de $1,366 \times 10^6$ erg/cm² s, o 1366 W/m² (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.13 Radiación

Energía que viaja en forma de ondas electromagnéticas desde una fuente, tal como el sol (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.14 Radiación solar

La radiación solar está relacionada con la estabilidad de la atmósfera. Los datos sobre la cobertura y la altitud de las nubes (altura de la base de la cima de la nube que obscurece casi la mitad del cielo) proporcionan una estimación indirecta de los efectos de la radiación solar y se usan junto con la velocidad del viento para derivar una categoría de estabilidad atmosférica (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.15 La Presión Atmosférica

La observación de la variación en la presión atmosférica en un lugar determinado, es muy importante para los pronósticos del tiempo. Se realiza la medición utilizando un instrumento llamado barómetro. Estas variaciones están estructuralmente ligadas a las perturbaciones atmosféricas. Los días de buen tiempo se caracterizan por una presión atmosférica elevada y constante, y los de mal tiempo por presiones bajas y variables (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.16 Las precipitaciones

El vapor de agua presente en la atmósfera no se ve, de la misma manera que el aire no se ve. El vapor que se escapa de una máquina y que ves en forma de nubecilla blanquecina, no es exactamente vapor de agua, sino una masa de gotitas microscópicas de agua, una especie de niebla caliente. Porque la niebla no es más que eso, una masa de gotitas microscópicas de agua que por su poco peso permanecen suspendidas en el aire. Y las nubes son como nieblas altas. Cuando una sube se enfría, las gotas aumentan de tamaño hasta no poder permanecer suspendidas en el aire y entonces caen arrastrando a otras y haciéndose cada vez mayores. La velocidad a la que las gotas llegan a la tierra es del orden de 30 Km/h. Para medir la cantidad de lluvia caída se utiliza un aparato llamado pluviómetro (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.4.17 La carta Psicométrica

Psicrometría es una palabra que impresiona, y se define como la medición del contenido de humedad del aire. Ampliando la definición a términos más técnicos, psicrometría es la ciencia que involucra las propiedades termodinámicas del aire húmedo, y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano. Ampliando aún más, incluiríamos el método de controlar las propiedades térmicas del aire húmedo. Lo anterior, se puede llevar a cabo a través del uso de tablas psicométricas o de la carta psicométrica (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

Las tablas psicométricas ofrecen una gran precisión, ya que sus valores son de hasta cuatro decimales; sin embargo, en la mayoría de los casos, no se requiere tanta precisión; y con el uso de la carta psicométrica, se puede ahorrar mucho tiempo y cálculos (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

En una carta psicométrica se encuentran todas las propiedades del aire, de las cuales las de mayor importancia son las siguientes:

- Temperatura de bulbo seco (bs).
- Temperatura de bulbo húmedo (bh).
- Temperatura de punto de rocío (pr)
- Humedad relativa (hr).
- Humedad absoluta (ha).
- Entalpía (h).
- Volumen específico.

Conociendo dos de cualquiera de estas propiedades del aire, las otras pueden determinarse a partir de la carta (Alemán Simone & Reyes Duarte, Octubre de 2011).

5.5 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

5.5.1 Aire acondicionado

Su objetivo es combatir el calor y crear condiciones refrescantes y saludables en el local donde estén instalados. Las propiedades de un gas refrigerante que circulan por un circuito cerrado son capaces de absorber el calor no deseado del aire de un recinto y expulsarlo al exterior, cuando el aire vuelve a la estancia, tras su paso por la unidad interior, lo hace a menor temperatura y con la humedad relativa apropiada.

5.5.2 Componentes del sistema de aire acondicionado Split

Es un sistema acondicionador del aire del ambiente interior de las edificaciones, que pertenece al grupo de acondicionadores de expansión directa ya que funciona con un gas refrigerante que enfría el aire que circula en contacto directo con él.

El aire acondicionado Split o partido es uno de los sistemas de aire acondicionado más ampliamente utilizado. Antes, se utilizaban más los aparatos de aire acondicionado de ventana, pero el aire acondicionado Split ahora le está cogiendo ventaja. Las principales razones de esta repentina popularidad son su funcionamiento silencioso y su aspecto elegante. Otra de las ventajas del aire acondicionado Split es que no tienes que hacer un agujero en la pared, ni destruir la belleza de la habitación. En estos días las unidades interiores de aire acondicionado Split están disponibles en una amplia gama de colores y diseños.

Hay dos partes principales del aire acondicionado Split: la unidad interior y la unidad exterior. La unidad interior se instala dentro de la habitación que ha de ser enfriada, mientras que la unidad exterior está instalada fuera de la habitación en un espacio abierto y de fácil acceso. Además de estas dos grandes partes, hay una tubería refrigerante de cobre que conecta la unidad interior y la unidad exterior.

5.5.2.1 Unidad exterior del Aire Acondicionado Split

Como se mencionó anteriormente la unidad exterior se instala fuera de la sala de estar, en un espacio abierto. Se debe instalar al aire libre, ya que el compresor y el

condensador generan mucho calor, por lo tanto, debe haber suficiente flujo de aire. La unidad exterior se instala generalmente por encima de la altura de la unidad interior que está en el interior de la habitación, aunque en muchos casos, la unidad exterior también se instala a un nivel más bajo que la unidad interior.

La unidad exterior contiene las partes importantes del aire acondicionado Split como el compresor, el condensador, la válvula de expansión, etc. Veamos estas partes con más detalle:

➤ **Compresor**

El compresor es la parte más importante de cualquier acondicionador de aire. Es donde se comprime el refrigerante y aumenta su presión antes de enviarlo al condensador. El tamaño del compresor varía en función de la carga deseada del acondicionamiento de aire. En la mayoría de los aires acondicionado están sellados herméticamente. En estos compresores, se utiliza un motor para accionar el eje que se encuentra en el interior de la unidad de sellado y que no es visible externamente. Se tiene que suministrar energía externa para el compresor, que comprime el refrigerante. Durante este proceso, se genera una gran cantidad de calor en el compresor, que tiene que ser eliminada por algún medio.

➤ **Condensador**

El condensador utilizado en la unidad exterior de aire acondicionado Split es la tubería de cobre en espiral con una o más filas, dependiendo del tamaño de la unidad de acondicionamiento de aire y del compresor. Un mayor tonelaje del aire acondicionado y del compresor, significa automáticamente más vueltas de bobina y más filas. La alta temperatura y el refrigerante del compresor de alta presión entran en el condensador donde tiene que renunciar al calor. El tubo se compone de cobre, ya que la tasa de conducción de calor es alta. El condensador también se cubre con las aletas de aluminio de modo que el calor del refrigerante pueda ser retirado a una velocidad más rápida.

El calor generado en el compresor tiene que ser expulsado para evitar que el compresor se caliente demasiado durante un largo periodo de tiempo. Si esto pasa y las bobinas del motor se queman, dará lugar a la ruptura completa del compresor y de todo el aparato de aire acondicionado. Además, el refrigerante en el serpentín del condensador tiene que enfriarse de manera que después de la expansión de su temperatura, pueda producir un efecto de enfriamiento. El ventilador de enfriamiento del condensador es un ventilador ordinario con tres o cuatro palas y es accionado por un motor. El ventilador de refrigeración está situado en frente del compresor y el serpentín del condensador. Como las palas del ventilador giran, absorben el aire circundante desde el espacio abierto y lo soplan sobre el compresor y el condensador con las aletas de aluminio de enfriamiento. El aire caliente se lanza de nuevo al espacio abierto y la circulación de aire continúa sin obstáculos.

➤ **Válvula de expansión**

La válvula de expansión es por lo general un tubo capilar de cobre con varias rondas de bobinas. En los aires acondicionados Split con capacidades más grandes, se utilizan las válvulas de expansión termostática para accionar electrónicamente el aparato, de forma automática. La alta presión y la temperatura del refrigerante salen del condensador y entra en la válvula de expansión, donde su temperatura y su presión caen repentinamente.

5.5.2.2 Unidad interior de un aire acondicionado Split

La unidad interior del aire acondicionado Split es una carcasa tipo caja en la que se encuentran encerradas todas las partes importantes del aire acondicionado. El tipo más común de aire acondicionado Split es el que se monta en la pared, aunque también existen otros tipos, como los montados en el techo y en el suelo.

La unidad interior del Split es la que produce el efecto de enfriamiento en el interior de la habitación. En estos días las empresas dan mayor importancia a la apariencia y a la estética de la unidad interior. En el último par de años, el propósito de la unidad interior ha cambiado de ser un simple aparato que produce

un efecto de enfriamiento, a la generalidad de un aparato hermoso de enfriamiento que esté en armonía estética con la habitación. Vamos a ver las diferentes partes encerradas dentro de la unidad interior del aire acondicionado Split:

➤ **Serpentín del evaporador o de refrigeración**

El serpentín de refrigeración es una bobina de cobre hecha con un número de vueltas de tubería de cobre con una o más filas, dependiendo de la capacidad del sistema de aire acondicionado. El serpentín de refrigeración se cubre con las aletas de aluminio de manera que la máxima cantidad de calor puede ser transferido de la bobina a la habitación.

El refrigerante entra desde el tubo a temperatura muy baja y a muy baja presión al serpentín de refrigeración. El ventilador absorbe el aire caliente de la sala o el aire atmosférico y al hacerlo, el aire pasa por el serpentín de refrigeración, que lo conduce a la refrigeración del aire. Este aire se empuja a continuación, a la habitación en la que el efecto de enfriamiento tiene que ser producido. El aire, después de producir el efecto de enfriamiento es de nuevo aspirado por el ventilador y el proceso de enfriamiento de la habitación sigue.

Después de absorber el calor a través del aire de la habitación, la temperatura del refrigerante en el interior del serpentín de refrigeración llega a ser alta y fluye de vuelta a través de la tubería de cobre de regreso al compresor dentro de la unidad exterior. El tubo de suministro del refrigerante de la unidad exterior lo transporta a la unidad interior, por lo que se suministra el refrigerante de la unidad interior a la unidad exterior. Ambos tubos están cubiertos con una cinta aislante.

➤ **Filtro de aire**

El filtro de aire es una parte muy importante de la unidad interior. Éste elimina todas las partículas de suciedad del aire de la habitación y ayuda a suministrar aire limpio. El filtro de aire de la unidad interior de pared del aire acondicionado Split se coloca justo antes del serpentín de enfriamiento. Cuando el ventilador aspira el aire caliente, pasa primero a través del filtro de aire y a continuación,

al serpentín de refrigeración. Así, el aire limpio y frío se suministra a la habitación a través del soplador.

➤ **Ventilador de refrigeración o soplador**

Dentro de la unidad interior también hay un ventilador que aspira el aire de la habitación o el aire atmosférico. Es un tipo de soplador inducido que mientras aspira el aire de la habitación, pasa sobre el serpentín de refrigeración y el filtro debido a que la temperatura del aire se reduce y toda la suciedad se retira. El ventilador aspira el aire caliente y sucio de la habitación y suministra aire fresco y limpio de nuevo. El eje del ventilador gira en el interior del aparato y se conecta a un pequeño motor de velocidad múltiple, por lo tanto la velocidad del soplador puede cambiar. Cuando se cambia la velocidad del ventilador con el mando a distancia, el soplador cambia de velocidad.

➤ **Tubería de desagüe**

Debido a la baja temperatura del refrigerante en el interior del serpentín de enfriamiento, su temperatura es muy baja, por lo general muy por debajo de la temperatura del aire de la habitación. Se captura el aire caliente succionándolo de la habitación, gracias a la fuerza del ventilador de enfriamiento, la temperatura del aire se vuelve muy baja y alcanza niveles por debajo de su temperatura. Debido a esto, el vapor de agua presente en el aire se condensa y se forman gotas de agua en la superficie del serpentín de refrigeración. Estas gotas de agua caen de la bobina de refrigeración y se recogen en un pequeño espacio dentro de la unidad interior. La eliminación de agua, se realiza a través de la tubería de drenaje, que se conecta a algún lugar externo fuera de la habitación donde el agua puede caer fuera. Por lo tanto el tubo de drenaje ayuda a la eliminación de agua recogida dentro de la unidad interior.

Para eliminar el agua de manera eficiente, la unidad interior tiene que ser inclinada por un ángulo muy pequeño de aproximadamente de 2 a 3 grados, de manera que el agua se pueda recoger con facilidad y drenar. Si este ángulo es

en sentido contrario, toda el agua se drenará dentro de la habitación. También, si el ángulo de la inclinación es demasiado pronunciado, la unidad interior se estropeará.

➤ **Rejillas o Aletas**

El aire frío suministrado por el soplador pasa a la sala a través de las rejillas. Las rejillas ayudan a cambiar el ángulo o la dirección en la que el aire debe ser suministrado en la habitación. Con estas rejillas, el usuario puede cambiar fácilmente la dirección en la que pasará la máxima cantidad de aire refrigerado.

Hay dos tipos de rejillas: horizontal y vertical. Los deflectores horizontales se conectan a un pequeño motor y la posición no se puede ajustar mediante el control remoto. Se puede establecer una posición fija para las lamas horizontales de manera que el aire frío sólo pase en una dirección particular o se puede mantener en el modo de rotación de manera que el aire fresco se suministre por toda la habitación. Las rejillas verticales deben ser manipuladas manualmente y se pueden cambiar fácilmente su posición según las necesidades. Las lamas horizontales controlan el flujo del aire en sentido superior e inferior, mientras que las lamas verticales de las rejillas dirigen el aire de izquierda a derecha.

5.5.2.3 Tubería refrigerante

La tubería refrigerante se compone de tubos de cobre y conecta la unidad interior del aire acondicionado Split y la unidad exterior. Vamos a ver la importancia de tubería refrigerante y los materiales recomendados.

El refrigerante a baja temperatura y la baja presión sale de la válvula de expansión y entra en el tubo de cobre, que está conectado al evaporador o al serpentín de refrigeración en el otro extremo.

La distancia entre la unidad interior y la unidad exterior del aire acondicionado Split puede ser corta o larga en función del espacio libre disponible en el edificio u oficina. Cuanto más larga sea la distancia más larga será la tubería de refrigerante entre los dos. Cuando el refrigerante fluye desde la unidad interior a la unidad

exterior en el tubo hay una cierta pérdida del efecto de enfriamiento por el camino, por lo tanto, la distancia entre el interior y la unidad exterior debe ser lo más mínima posible. Para una distancia de hasta 15 metros no hay mucha pérdida apreciable del efecto de enfriamiento, sin embargo, más allá de esta distancia, las pérdidas se vuelven más notables.

El refrigerante en el interior del tubo está a muy baja temperatura. Además, si el tubo está expuesto a la atmósfera abierta, éste puede estar a una temperatura muy alta. Debido a esto, si la tubería no queda completamente cubierta todo el efecto de enfriamiento se pierde en la atmósfera abierta y durante el tiempo que el refrigerante entra en el serpentín de refrigeración la temperatura ya será demasiado alta y el propósito de producir el efecto de enfriamiento no servirá. Para evitar esto, la tubería refrigerante que conecta la unidad interior del aire acondicionado Split y la unidad exterior debe estar cubierta con el aislamiento. Esto evita la pérdida del efecto de enfriamiento de la atmósfera y el refrigerante a baja temperatura producirá el efecto de enfriamiento deseado dentro de la habitación.

Después de producir el efecto de enfriamiento dentro de la habitación en la unidad interior, el refrigerante tiene que regresar a la unidad exterior para comprimirse y recircular. Hay otro tubo refrigerante que conecta la unidad interior y la unidad exterior de manera que el refrigerante puede viajar de un serpentín de enfriamiento de vuelta al compresor. Este tubo también está cubierto con un aislamiento de modo que el refrigerante entra en el compresor a la temperatura mínima posible para aumentar la eficiencia de refrigeración del aire acondicionado. Por lo tanto, hay dos tubos de conexión entre la unidad interior y la unidad exterior y ambos están cubiertos con un aislante.

El tubo refrigerante se compone de cobre, ya que es altamente dúctil, además de ser un elemento maleable. El tubo puede ser fabricado fácilmente a partir de este material y son lo suficientemente flexibles como para que puedan convertirse en ángulos y espirales. El tubo de cobre utilizado para el condensador y el evaporador facilita la alta tasa de conducción de calor.

5.5.2.4 Refrigerante

De manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, va a tener una aplicación útil comercialmente.

Existe un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables; sin embargo, sólo unos cuantos son utilizados en la actualidad. Algunos se utilizaron mucho en el pasado, pero se eliminaron al incursionar otros con ciertas ventajas y características que los hacen más apropiados.

Recientemente, se decidió discontinuar algunos de esos refrigerantes antes del año 2000, tales como el R-11, R-12, R-113, R-115, etc., debido al deterioro que causan a la capa de ozono en la estratósfera. En su lugar, se van a utilizar otros refrigerantes como el R-123, el R-134a y algunas mezclas ternarias.

➤ **Identificación de Refrigerantes.**

Los refrigerantes se identifican por números después de la letra R, que significa "refrigerante". El sistema de identificación ha sido estandarizado por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers). Es necesario estar familiarizado con los números, así como con los nombres de los refrigerantes.

➤ **Requerimientos de los Refrigerantes**

Para que un líquido pueda ser utilizado como refrigerante, debe reunir ciertas propiedades, tanto termodinámicas como físicas. El refrigerante ideal, sería aquél que fuera capaz de descargar en el condensador todo el calor que

absorba del evaporador, la línea de succión y el compresor. Desafortunadamente, todos los refrigerantes regresan al evaporador arrastrando una cierta porción de calor, reduciendo la capacidad del refrigerante para absorber calor en el lado de baja temperatura.

Un refrigerante ideal deberá reunir todas las propiedades siguientes:

➤ **Propiedades Termodinámicas**

- Presión: Debe operar con presiones positivas.
- Temperatura: Debe tener una temperatura crítica por arriba de la temperatura de condensación. Debe tener una temperatura de congelación por debajo de la temperatura del evaporador. Debe tener una temperatura de ebullición baja.
- Volumen: Debe tener un valor bajo de volumen específico en fase vapor, y un valor alto de volumen en fase líquida.
- Entalpia: Debe tener un valor alto de calor latente de vaporización.
- Densidad.
- Entropía.

➤ **Propiedades Físicas y Químicas**

- No debe ser tóxico ni venenoso.
- No debe ser explosivo ni inflamable.
- No debe tener efecto sobre otros materiales.
- Fácil de detectar cuando se fuga.
- Debe ser miscible con el aceite.
- No debe reaccionar con la humedad.
- Debe ser un compuesto estable.

Fácilmente se comprende que ninguno de los refrigerantes conocidos reúne todas estas cualidades; es decir, no existe un refrigerante ideal, por lo que, en base a un balance de ventajas, deberá seleccionarse el que reúna el mayor número de estas características de acuerdo al diseño requerido.

Hace unos años, había una discusión considerable, acerca del papel jugado por la descarga de refrigerante que reduce la capa de ozono que protege a la tierra de los rayos ultravioletas del sol. Estas discusiones concluyeron con la prohibición de los refrigerantes conocidos como CFCs debido a sus efectos perjudiciales. Los problemas causados por CFCs provienen del cloro (Cl), componente del que está hecho, responsable de la destrucción de la capa de ozono (O₃). Una solución provisional se encontró en el refrigerante HCFC conocido como R-22A. Este refrigerante rinde bien, produciendo buenos niveles de eficiencia energética en los sistemas de aire acondicionado que lo usan. Aunque el R-22A es menos agresivo con el ambiente, tiene todavía un pequeño nivel de cloro presente.

Mientras tanto, algunas alternativas ofrecen buenos niveles de rendimiento y son inofensivas con la capa de ozono pero son muy tóxicas o muy inflamables y por consiguiente peligrosas. Recientemente se han encontrado alternativas satisfactorias que han recibido el nombre de verdes, son los refrigerantes de HFC R-407C, R-134A y R-410A.

Cada uno de estos refrigerantes tiene sus propias características específicas: por ejemplo, el R-134A es muy eficaz en grandes aplicaciones como los chillers. El R-410A es bueno para las aplicaciones residenciales considerando al R-407C excelente para las instalaciones de aire acondicionado más grandes. Cada uno de estos refrigerantes se comporta de forma particular.

➤ **Refrigerante R-410A:**

R-410A es una mezcla de refrigerantes que tiene propiedades idénticas al R-22A, pero está libre de moléculas de cloro. (50% R-32 y 50% R-125). El nuevo refrigerante R-410A no tiene efecto dañino con la capa de ozono.

El R-410A es una mezcla no azeotrópica compuesta de R-125A y R-32A, actualmente se utiliza fundamentalmente en los nuevos equipos de aire acondicionado que van apareciendo en el mercado. Es un producto

químicamente estable, con un bajo deslizamiento (Gilde) de temperatura y de baja toxicidad. A pesar del carácter inflamable del R-32, la formulación global del producto hace que este no sea inflamable, incluso en caso de fugas.

El R410A tiene mayor capacidad de refrigeración y unas presiones mucho más elevadas que el R22A. Debido a que el producto es azeótropo debe transvasarse y cargarse siempre en fase líquida.

El nuevo refrigerante R410A no contiene cloro, que daña la capa de ozono terrestre y produce el mínimo daño a nuestro medio ambiente. El ODP (el Potencial de destrucción de Ozono) es 0.0 mientras que en el refrigerante convencional R-22 el ODP es 0.055.

➤ Toxicidad y almacenamiento del R-410A:

Ya que el R-410A tiene muy baja toxicidad incluso después de repetidas exposiciones. El valor de AEL (Allowance Exposuer Limit) es de 1000 ppm (8 horas TWA). Los envases que contengan R-410A deben almacenarse en áreas frías y ventiladas lejos de fuentes de calor. En el caso de fugas los vapores se concentran a nivel de suelo desplazando al oxígeno del aire ambiente; en tal caso hay que tomar precauciones a la hora de evacuar el área afectada.

Tabla 1: Propiedades del R410A

PROPIEDADES FISICAS		R410A
Mezcla binaria		R32 / R125
Composición	(%)	50 / 50
Peso molecular	(Kg/Kmol)	72.6
Temperatura ebullición	(°C)	52.7
Deslizamiento temperatura (Glide)	(°C)	0.5
Temperatura crítica	(°C)	72.5
Presión crítica	(bar)	49.5
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/l)	1.07
Densidad del líquido (-25°C)	(Kg/l)	1.27
Densidad del vapor	(kg/m³)	4.2
Presión del vapor (25°C)	(bar)	16.5
Presión del vapor (-25°C)	(bar)	3.34
Calor de vaporización	(KJ/Kg)	257
Capacidad calor del líquido (25°C)	(KJ/Kg K)	1.71
Capacidad calor del vapor (25°C)	KJ/Kg K)	1.28
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mK)	0.091
Conductibilidad térmica del vapor (25°C)	(W/mK)	0.013
Solubilidad con el agua (25°C)	ppm	2500
Límite de inflamabilidad	(% vol.)	Ninguno
Toxicidad (AEL)	ppm	1000
ODP	-	0

5.6 Instalación y mantenimiento usando R410A

5.6.1 Acerca del Refrigerante R410A

Desde que en 1974 los clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorcarbonos (HCFC) y otras sustancias fueron declaradas peligrosas por descomponer la capa de ozono que está en la alta estratosfera (de 20 a 40 km sobre el nivel del mar), se han tomado medidas globales para evitar su destrucción.

El refrigerante R22 que se empleaba convencionalmente en aire acondicionado es un HCFC y, por tanto, descompone el ozono. La legislación internacional (Protocolo de Montreal sobre Sustancias Dañinas para el Ozono) así como la UE y legislaciones nacionales de varios países exigen la rápida sustitución del R22 por un refrigerante inocuo para la capa de ozono.

En aire acondicionado doméstico, el refrigerante HFC alternativo es el R410A. La presión de trabajo del R410A es aproximadamente 1.6 veces la del R22 a la misma temperatura, pero la eficiencia energética es muy similar. Como todo refrigerante HFC, se compone de hidrógeno (H), flúor (F) y carbono (C), **no conteniendo cloro (Cl)** en su composición (el elemento que ataca al ozono). Otro refrigerante HFC típico es el R407C. Mientras que la eficiencia energética del R407C es algo inferior a la del R410A, ofrece la ventaja de tener unas características de presión semejantes a las del R22, y se utiliza como alternativa en equipos semi-industriales e industriales.

➤ **Reglamento (CE) Nº 2037/2000**

El día 29-9-2000 se publicó el **Reglamento (CE) Nº 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 sobre sustancias que agotan la capa de ozono**, el cual es de obligado cumplimiento en todos los Estados miembros a partir del 1 de octubre de 2000.

A continuación, se resumen las disposiciones del mismo que afectan a la gama de equipos de aire acondicionado y bombas de calor de potencia inferior a 100 kW.

- Prohibición de venta y uso de CFC a partir del 1-10-2000. Queda, por tanto, prohibido emplear R-12 en instalaciones de aire acondicionado.
- Prohibición de uso de HCFC como refrigerantes (incluye al R-22) a partir del 1-7-2002 en aparatos fijos de aire acondicionado **sólo frío** con capacidad inferior a 100 kW producidos después del 30-6-2002.
- Prohibición de uso de HCFC (R-22) como refrigerantes a partir del 1-1-2004 en aparatos fijos **reversibles** de aire acondicionado/**bomba de calor** con capacidad inferior a 100 kW producidos después del 31-12-2003.
- Prohibición de uso de HCFC (R-22) puros (nuevos o vírgenes) a partir del 1-1-2010 para el **mantenimiento y reparación** de aparatos de aire acondicionado existentes en dicha fecha. Se permite el uso de HCFC procedentes de Reciclado o Regeneración para mantenimiento y reparación hasta el 1-1-2015.
- Prohibición de venta y uso de HCFC a partir del 1-1-2015. Queda, por tanto, prohibido emplear R-22 en instalaciones de aire acondicionado a partir de dicha fecha.
- Obligada recuperación para destrucción, reciclado o regeneración de los HCFC (R-22) contenidos en aparatos de aire acondicionado durante la operaciones de revisión y mantenimiento o antes del desmontaje o destrucción, a partir del 1-10-2000.
- Obligado control anual de aparatos fijos cuya carga de fluido refrigerante (R-22) sea superior a 3 kg, a partir del 1-10-2000, para comprobar que no presentan escapes.

Características de los refrigerantes HFC (R410A)

➤ Características químicas

Las características químicas del R410A son similares a las del R22; ambos son refrigerantes químicamente estables, no inflamables y de baja toxicidad.

No obstante, a igual que el R22, el peso específico del R410A gaseoso es mayor que el del aire, lo que podría provocar una deficiencia de oxígeno y asfixia por acumulación a baja altura en caso de fugas en pequeños

espacios cerrados. Además, como el R22, en contacto directo con llama genera gas tóxico por lo que se recomienda su manipulación en áreas con buena ventilación.

Tabla 2 Comparación de las propiedades termo físicas del R410A y R22

Características	R410A	R22
Composición (%)	R32/R125 (50/50)	R22 (100)
Punto de ebullición (°C)	-51.4	-40.8
Presión de vapor (25°C)	1.56 MPa (15.9 kgf/cm ²)	0.94 MPa (9.6 kgf/cm ²)
Densidad de vapor saturado	64.0 kg/m ³	44.4 kg/m ³
Combustibilidad	No inflamable	No inflamable
Potencial de destrucción del Ozono (ODP)	0	0.055
Potencial de calentamiento global (GWP)	1730	1700

➤ **Cambios de composición (características pseudo-azeotrópicas)**

El R410A es una mezcla pseudo-azeotrópico compuesta por los refrigerantes R32 y R125. Los refrigerantes multi-componente con características pseudo-azeotrópicas presentan menos posibilidades de variar de composición incluso durante los cambios de estado como la evaporación o la condensación. En consecuencia, la composición del refrigerante tiene pocos cambios incluso en el caso de fugas en la tubería de gas.

Así pues, el R410A se puede tratar casi de la misma manera que el refrigerante mono-componente R22. Sin embargo, el R410A debe cargarse en estado líquido debido a que la composición dentro de la botella de refrigerante cambia ligeramente entre el estado líquido y el gaseoso.

➤ **Características de presión**

Tal y como se ve en la Tabla 2, la presión de vapor del R410A es aproximadamente 1.6 veces la del R22 a la misma temperatura, lo cual implica que las herramientas y materiales empleados para instalación y mantenimiento deben ser específicos para R410A ya que resisten presiones más altas.

Tabla 3 . Comparación de las presiones del vapor saturado del R410A y R22 (Unidad:MPa)

Temperatura refrigerante (°C)	R410A	R22
-20	0.30	0.14
0	0.70	0.40
20	1.35	0.81
40	2.32	1.43
60	3.73	2.33
65	4.15	2.60

➤ **Aceites lubricantes para R410A**

Para el R22 se utilizan aceites minerales o aceites sintéticos tipo alquilbencénicos. Puesto que el R410A tiene una mala solubilidad con los aceites convencionales, éstos tienden a acumularse en el circuito frigorífico. Por este motivo, se emplean lubricantes sintéticos tipo ester (POE: polyester) que tienen una alta solubilidad con el R410A.

Puesto que este tipo de aceites son muy higroscópicos, debe tenerse más cuidado en su manipulación que con los convencionales. Es más, cuando estos aceites sintéticos se mezclan con los minerales o los alquilbencénicos, se deterioran provocando la obstrucción de los capilares o averías en el compresor. No los mezcle bajo ninguna circunstancia.

➤ **Precauciones de seguridad durante la Instalación/Mantenimiento de tubería frigorífica**

Dado que la presión del R410A es aproximadamente 1.6 veces más alta que la del R22, un error en la instalación o en el mantenimiento podría provocar un problema grave. Es esencial emplear herramientas y materiales específicos para R410A y observar las siguientes precauciones para garantizar la seguridad.

- No utilizar ningún otro refrigerante que no sea R410A en equipos que han usado R410A.
- En caso de fugas ventile completamente la zona. Si el refrigerante entra en contacto con fuego puede producir gas tóxico.
- Durante la instalación o traslado, asegúrese que no entra aire u otras impurezas en el circuito frigorífico. Si esto ocurre, la presión será anormalmente alta pudiendo reventar el circuito y provocar daños.
- Una vez finalizada la instalación, comprobar que no hay fugas de refrigerante.
- Durante la instalación o traslado, seguir cuidadosamente las instrucciones de instalación. Una instalación incorrecta podría provocar anomalías en el circuito frigorífico, filtraciones de agua, cortocircuitos, fuego, etc.
- No realizar modificaciones de los equipos bajo ninguna circunstancia. Todas las reparaciones deberán ser realizadas por un especialista.

5.7 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

5.7.1 Sistema Split Inverter

La innovación más apreciada en los acondicionadores para conseguir un importante ahorro económico y mayor confort. Mejora los sistemas tradicionales de aire acondicionado, y mantiene la temperatura constante deseada y establecida

previamente. Un continuo funcionamiento del compresor, mientras esta encendido, evita los periódicos arranques y paradas del aparato, consumiendo menos energía. Tiene un nivel sonoro muy bajo y mejora la distribución del aire.

El sistema Split suelo-techo dispone de unidad exterior y unidades interiores de control independiente. La unidad interior se coloca sobre la pared en posición vertical, a unos 10 cm del suelo, o en el techo, en posición horizontal, si en la pared ya tiene radiadores o no dispone de espacios. El novedoso sistema de aire acondicionado vertical para piso y techo incluye compresor Scroll de alta eficacia y control remoto inteligente con pantalla LCD.

5.7.1. TECNOLOGÍA Y EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Las nuevas tecnologías en los proyectos de aire acondicionado para confort, apuntan como objetivo a la disminución del consumo energético y a la simplificación de las tareas de mantenimiento, sobre la base del desarrollo de los sistemas inteligentes de automatización.

Para ello se ha creado una tecnología denominada “INVERTER” en los sistemas de aire acondicionado, a continuación explicaremos de que se trata esta tecnología.

5.8.1. Tecnología Inverter en sistemas de aires acondicionados

Se le llama Inverter a un tipo de dispositivo electrónico que es capaz de regular el voltaje, la corriente y frecuencia de alimentación de un aparato eléctrico, es decir, que un Inverter no es más que un circuito electrónico de conversión de la energía eléctrica de alimentación de un aparato eléctrico.

A diferencia de los sistemas convencionales, la tecnología Inverter adapta la velocidad del compresor a las necesidades de cada momento, permitiendo consumir únicamente la energía necesaria. De esta manera se reducen drásticamente las oscilaciones de temperatura, consiguiendo mantenerla en un

margen comprendido entre $+1^{\circ}\text{C}$ y -1°C y gozar de mayor estabilidad ambiental y confort.

Gracias a un dispositivo electrónico de alimentación sensible a los cambios de temperatura, los equipos Inverter varían las revoluciones del motor del compresor para proporcionar la potencia demandada. Y así, cuando están a punto de alcanzar la temperatura deseada, los equipos disminuyen la potencia para evitar los picos de arranque del compresor. De esta manera se reduce el ruido y el consumo es siempre proporcional.

El sistema Inverter posibilita que el compresor trabaje un 30% por encima de su potencia para conseguir más rápidamente la temperatura deseada y, por otro lado, también puede funcionar hasta un 15% por debajo de su potencia. De nuevo, esto se traduce en una significativa reducción tanto del ruido como del consumo.

5.8.2. Aire acondicionado y su nivel de eficiencia energética (EER y COP, SEER y SCOP)

Eficiencia energética: Este concepto está relacionado con la cantidad de energía necesaria para el funcionamiento del sistema y el rendimiento energético que proporciona. Un buen cociente entre ambos es lo que determinara si un aparato es más o menos eficiente desde el punto de vista energético. Una normativa de la Unión Europea (UE) obliga al etiquetado de electrodomésticos según su nivel de eficiencia. Este se califica con letras desde la “A” a la “G”, siendo el primero el nivel más eficiente y el ultimo el menos eficiente. La característica fundamental de los equipos de aire acondicionado para determinar su eficiencia energética viene determinada por los coeficientes EER y COP. El primero siglas del término inglés Energy Efficiency Ratio, es el índice de eficiencia energética de una máquina frigorífica en la modalidad de refrigeración y expresa la relación entre la potencia frigorífica total que genera el equipo y la potencia eléctrica consumida. La segunda abreviatura también derivada del término inglés Coefficient Of Performance, es el coeficiente de rendimiento de una máquina frigorífica en la modalidad de calefacción y se refiere a la relación entre la potencia calorífica total y la potencia eléctrica consumida.

Estos índices miden la energía que se produce con la energía invertida en el funcionamiento del equipo, es decir un EER o un COP con un valor de 1 significa que por cada unidad de energía utilizada se produce una unidad de energía, un EER o COP 5, quiere decir que el equipo produce cinco veces más energía que la electricidad que consume. Lo que quiere decir, cuanto mayor sean estos valores tanto de EER como de COP mayor será la eficiencia energética del equipo.

Actualmente está muy extendida en la sociedad, la utilización de la etiqueta energética tanto en electrodomésticos como en equipos de aire acondicionado, pero son menos conocidos los coeficientes en modo refrigeración y calefacción.

Con la aplicación del Reglamento Delegado 626/2011 de la Comisión europea, respecto al etiquetado de los acondicionadores de aire, desde el 1 de enero de 2013 los nuevos equipos introducidos en el mercado deben tener una nueva etiqueta energética en la que los índices EER y COP serán sustituidos por el Factor de **eficiencia energética estacional (SEER)** y el **Coeficiente de Rendimiento Estacional (SCOP)**, con los que se pretende tener una estimación más realista de la eficiencia energética de estos sistemas.

SEER y SCOP, nuevos y mejores: Estos nuevos ratios pretenden ser más realistas y adecuados al uso que se le da a un equipo de aire acondicionado. Hay dos parámetros importantes que no se consideraban para el EER y COP:

- Consumo del equipo cuando está apagado, desactivado por termostato o espera.
- Funcionamiento del equipo con carga parciales (100%, 74%, 47%, 21%).

De todo se deduce que estos nuevos parámetros son muchos más fiables a la hora de comparar equipos que los anteriores EER y COP, aunque utilizarlos para estimar el consumo anual de un equipo todavía puede llevarnos a error.

VI. CENSO DE CARGA.

Este aplicativo permite realizar un estimado del consumo mensual en KWH, a partir del ingreso de los siguientes datos para cada una de las Zonas en las cuales quiera separar sus Instalaciones:

- Tipo, características y cantidad de los equipos eléctricos instalados.
- Rangos horarios de operación de los equipos eléctricos instalados.
- Cantidad de días al mes de operación de los equipos eléctricos instalados.

Una vez que se ingresen estos datos, el aplicativo procesará toda la información y presentará los siguientes reportes:

- Carga Conectada en KW y Consumo Mensual en KWH para el total de la instalación.
- Carga Conectada en KW y Consumo Mensual en KWH por tipo de equipo y por conformación de la carga, con su correspondiente gráfico para facilitar el análisis.
- Gráfico de Barras con la Demanda Diaria Horaria en KW.

VII. ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE CARGA

- $Q = U.A.DTCE_C$
- $DTEC = [(DTCE + LM)K + (78 - T_R) + (T_O - 85)]f$
- $Q = FGCS.A.C_S.Fce$; $Q = U.A.\Delta T$
- $Q = 3.4.W.FB.Fce$
- $Q_S = 1.1.CFM.\Delta T$
- $Q = q_s.n.FCE$; $Q = q_l.n$

VIII. DESARROLLO

8.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL CENSO DE CARGA DEL EDIFICIO JULIO PADILLA

Para determinar el estado del consumo de energía eléctrica del edificio Julio Padilla, procedimos a realizar el siguiente estudio.

El edificio Julio Padilla consta de dos plantas, cada una de ellas está compuesta por seis secciones, oficinas, pasillos y servicios sanitarios, estas áreas cuenta con sus respectivas instalaciones eléctricas y están equipadas con diverso consumidores eléctricos, los cuales clasificaremos y detallaremos en la tabla N° 4 y tabla N° 5 con su respectivo consumo de energía.

Tabla 4 Registro de consumidores de energía eléctrica instalados en planta baja del edificio Julio Padilla

CENSO DE CARGA EDIFICIO JULIO PADILLA								
PLANTA BAJA								
AREA	CONSUMIDORES	Potencia real (Watt)	Cantidad	Potencia total (Kw/h)	Hrs Uso al Día	Días mes	kW/día	kW/mes
AULA 1028	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1029	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1030	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1031	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1032	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1033	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
OFICINA PAUS	Lamparas	80	2	0.16	6	22	0.96	21.12
	Split de 4800 BTU	4100	1	4.1	8	22	32.8	721.6
	Personal Computer	144	3	0.432	8	22	3.456	76.032
	Impresora	360	1	0.36	8	22	2.88	63.36
	Cafetera	1200	1	1.2	3	22	3.6	79.2
SERVICIOS SANITARIO	Lamparas Dobles	80	2	0.16	4	22	0.64	14.08
PASILLOS INTERNOS	Lamparas Dobles	80	4	0.32	4	22	1.28	28.16
PASILLO EXTERNOS	Lamparas Dobles	80	12	0.96	10	22	9.6	211.2
TOTAL	CARGA CONECTADA			12.972			CONSUMO MENSUAL	2017.31

Tabla 5 Registro de consumidores de energía eléctrica instalados en la planta alta del edificio Julio Padilla.

CENSO DE CARGA EDIFICIO JULIO PADILLA								
PLANTA ALTA								
AREA	CONSUMIDORES	Potencia real (Watt)	Cantidad	Potencia total (kW)	Hrs Uso al Día	Días mes	kW/día	kW/mes
AULA 1034	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1035	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1036	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1037	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1038	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
AULA 1039	Abanico de Pared	40	4	0.16	8	22	1.28	28.16
	Lamparas Dobles	80	6	0.48	6	22	2.88	63.36
	Videoprojector Epson BrightLink	240	1	0.24	8	22	1.92	42.24
OFIC. PAU-ADQUISICION	Lamparas	80	2	0.16	6	22	0.96	21.12
	Split de 3600 BTU	2650	1	2.65	8	22	21.2	466.4
	Personal Computer	144	3	0.432	8	22	3.456	76.032
	Impresora de Cita	360	1	0.36	8	22	2.88	63.36
	Impresora a Color	480	1	0.48	8	22	3.84	84.48
	Cafetera	1200	1	1.2	3	22	3.6	79.2
SERVICIOS SANITARIO	Lamparas Dobles	80	2	0.16	4	22	0.64	14.08
GRADAS	Lamparas Dobles	80	2	0.16	4	22	0.64	14.08
PASILLOS INTERNOS	Lamparas Dobles	80	12	0.96	4	22	3.84	84.48
PASILLO EXTERNOS	Lamparas Dobles	80	4	0.32	10	22	3.2	70.4
	Bombilla de Mercurio	87.5	2	0.175	12	22	2.1	46.2
TOTAL		CARGA CONECTADA		12.337	CONSUMO MENSUAL		1822.39	

Ambas tablas revelan la carga conectada en KW, así como también podremos observar el consumo de energía eléctrica mensual por cada consumidor instalado a la red eléctrica en KWH.

La siguiente tabla (tabla N° 6.) detalla la carga total conectada por cada planta al igual que su consumo mensual y el total de la carga instalada en todo el edificio.

Tabla 6 Carga total conectada y consumo total

CARGA TOTAL CONECTADA Y CONSUMO TOTAL		
AREA	POTENCIA (KW)	CONSUMO (KW/MES)
EDIFICIO JULIO PADILLA PLANTA BAJA	12.972	2017.31
EDIFICIO JULIO PADILLA PLANTA ALTA	12.337	1822.39
TOTAL	25.309	3839.7

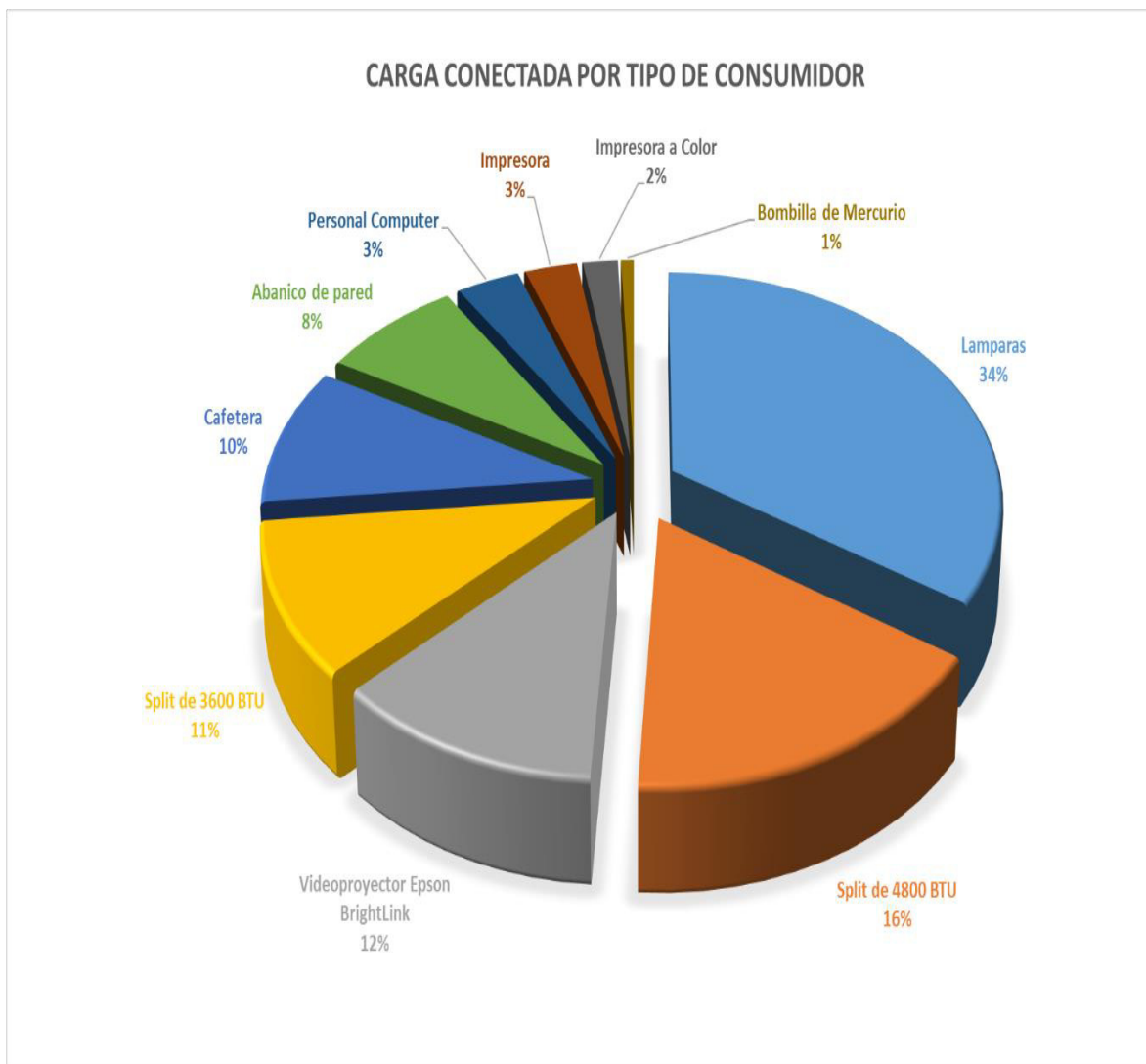


Grafico 1 Carga conectada a la red eléctrica del edificio en KW por cada tipo de equipo.

El grafico N° 1. indica cual es el equipo que demanda mayor potencia de energía eléctrica, en este caso se observa que es el sistema de iluminación (lámparas) que representan el 34% de la demanda de potencia eléctrica, seguido de las unidades de climatización (aires acondicionados Split) que figuran el 27% de la demanda.

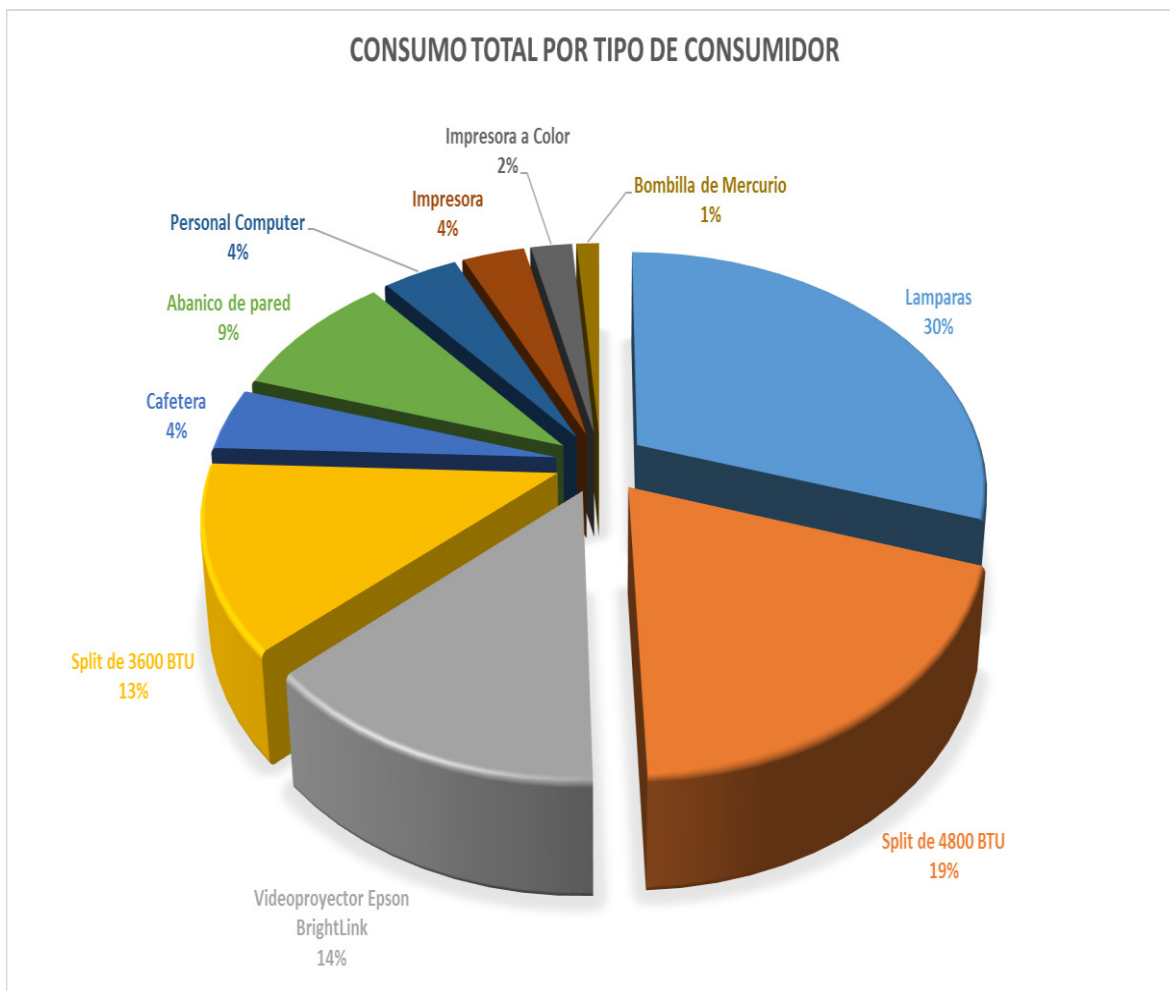


Grafico 2 Consumo mensual de energía en KWH por tipo de equipo.

El grafico N° 2. Refleja claramente que el mayor consumidor de energía eléctrica en la red del edificio es el sistema de iluminación (lámparas) que simbolizan el 38% de la demanda de potencia eléctrica, seguido de las unidades de climatización (aires acondicionados Split) que conforman el 28% del consumo.

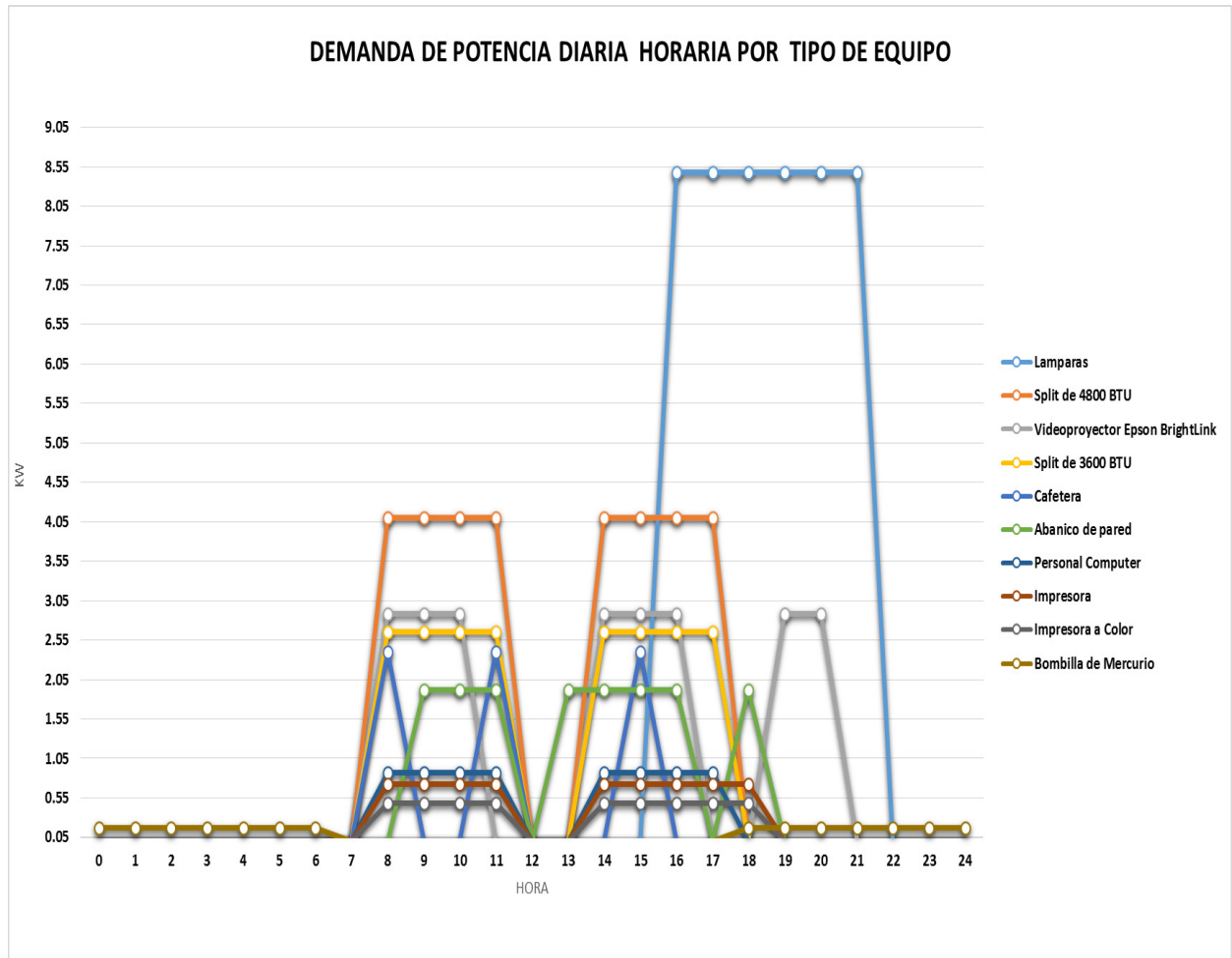


Grafico 3 Demanda del consumo de energía diaria horaria en KW/H por cada tipo de equipo.

En el gráfico N°3 representa el uso de cada consumidor por horas al día. Se observa rotundamente que el equipo o consumidor que más potencia demanda por hora son las lámparas con una demanda de 8.48 KW/H.

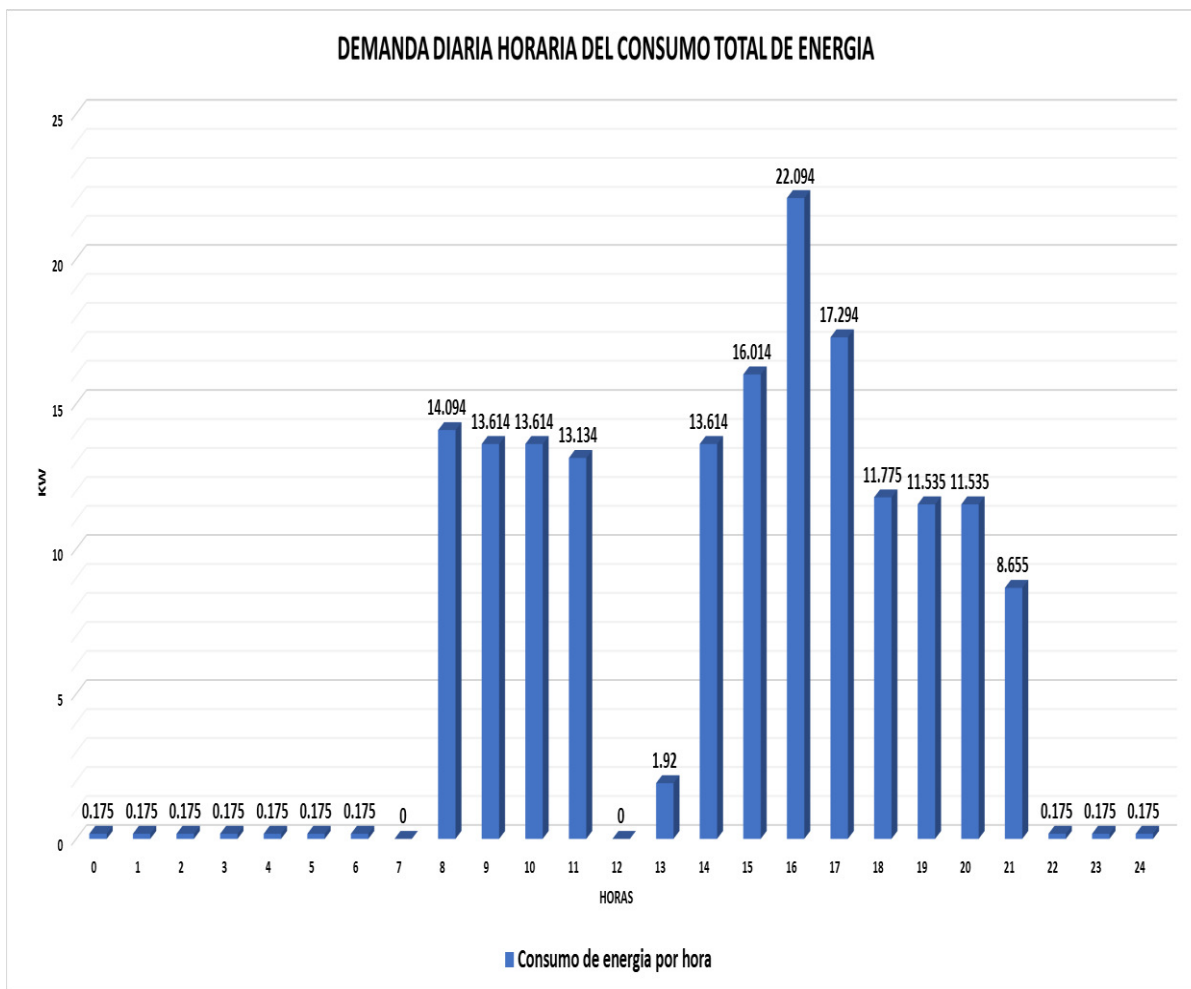


Grafico 4 Demanda del consumo total de energía diaria horaria en KW/H.

En el gráfico N°4 representa las horas de mayor consumo de energía, en este caso la hora en que se registra el mayor consumo de energía eléctrica es a las 4:00 pm con un consumo de 22.094 kw/h determinadas por este estudio en base a su consumo estimado con factores de demanda.

8.2 MEMORIA DE CÁLCULOS DE LA CARGA TÉRMICA

8.2.1 Ganancia de calor por paredes (Planta alta pabellón Norte Aula 1037)

8.2.1.1 Pared Norte

Para el cálculo de la ganancia de calor por pared utilizamos la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

El tipo de material es lámina de plycem con estructura metálica.

Grupo G esto se obtiene de la **tabla A. 3**. (Ver anexos 2 pág. 179). Pared de lámina con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento.

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor lo calculamos con la siguiente ecuación:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_p}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.42 \text{ Btu/h}} + \frac{1}{0.91 \text{ Btu/h}} + \frac{1}{1.42 \text{ Btu/h}}}$$

$$U = 0.40 \text{ Btu/h}$$

Nota:

- El valor de **R de Plycem** lo obtenemos consultando la página www.plycem.com grupo Elementia.
- El valor del **R del Aire** se obtiene de la **tabla A. 9**. (Ver anexos 2 pág. 185).

El área la se extraen de los planos del edificio. (Ver anexos 6 pág. 210-214).

$$A = 149.18 \text{ ft}^2$$

El **DTCE_c** se debe de calcular para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$\mathbf{DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f}$$

Donde:

- **DTCE** lo obtenemos de la **tabla A. 2.** calculado a la 1:00 pm orientación norte grupo G (ver anexos 2 pág. 178).

$$\mathbf{DTCE = 21\text{ }^{\circ}\text{f}}$$

- **LM** la obtiene de la **tabla A. 4.** (Ver anexos 2 pág. 180).

$$\mathbf{LM = 2\text{ }^{\circ}\text{f}}$$

- **K** es el coeficiente de corrección debido al color de la superficie. Para paredes oscuras y áreas industriales.

$$\mathbf{K = 1}$$

- **T_R** = temperatura de recinto.

$$\mathbf{T_R = 77\text{ }^{\circ}\text{f}}$$

- **T_o** temperatura de diseño exterior promedio. Se utiliza la siguiente ecuación.

$$\mathbf{T_o = TB_s - \frac{RD}{2}}$$

La **TB_s** y el **RD** se obtienen de la **tabla A 11.** (Ver anexos 2 pág. 187-195).

$$\mathbf{T_o = 31.25\text{ }^{\circ}\text{C} - \frac{4.72}{2} = 28.89^{\circ}\text{C}}$$

$$\mathbf{T_o = 84\text{ }^{\circ}\text{f}}$$

Se sustituye valores en la ecuación:

$$\begin{aligned}DTCE_c &= [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f \\&= [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1 \\DTCE_c &= 23^\circ f\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= U \times A \times DTCE_c \\&= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ f}) (149.18 \text{ ft}^2) (23^\circ f) \\Q &= 1,372.45 \text{ Btu/h}\end{aligned}$$

8.2.1.2 Pared Sur

El área se extrae de los planos del edificio. (Ver anexos 6 pág. 210-214).

$$A = 221.73 \text{ ft}^2$$

El $DTCE_c$ se debe de calcular para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

Donde:

- **DTCE** se obtiene de la **tabla A. 2.** calculado a la 1:00 pm orientación sur grupo G. (ver anexos 2 pág. 178).

$$DTCE = 45^\circ f$$

- **LM** de la **tabla A. 4.** (ver anexos 2 pág. 180).

$$LM = -7^\circ f$$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$\begin{aligned}DTCE_c &= [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f \\&= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1 \\DTCE_c &= 38 \text{ }^{\circ}\text{f}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= U \times A \times DTCE_c \\&= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}\text{f}) (221.73 \text{ ft}^2) (38 \text{ }^{\circ}\text{f}) \\Q &= 3,370.30 \text{ Btu/h}\end{aligned}$$

8.2.1.3 Pared Este

El área se extrae de los planos del edificio. (Ver anexos 6 pág.210-214).

$$A = 174.59 \text{ ft}^2$$

El $DTCE_c$ se debe de calcular para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

Donde:

- **DTCE** de la **tabla A. 2.** calculado a la 1:00 pm orientación este grupo G. (ver anexos 2 pág.178).

$$DTCE = 33 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

- **LM** se obtiene de la **tabla A. 4.** (ver anexos 2 pág. 180).

$$LM = -1 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$\begin{aligned}DTCE_c &= [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f \\&= [(33 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1 \\DTCE_c &= 32 \text{ °f}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= U \times A \times DTCE_c \\&= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\text{°f}}) (174.59 \text{ ft}^2) (32 \text{ °f}) \\Q &= 2,234.75 \text{ Btu/h}\end{aligned}$$

8.2.1.4 Pared Oeste

En este caso la pared oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

8.2.2 Ganancia de calor por ventanas (Planta alta pabellón Norte Aula 1037)

8.2.2.1 Ventana Norte

El tipo de material para la ventana es de marco de aluminio con vidrio oscuro de 3/8 in.

Para el cálculo de la ganancia de calor por ventanas se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

De la **tabla A. 5**. Se obtiene el **FGCS** según latitud orientación y el mes. (Ver anexos 2 pág. 181).

En este caso **FGCS** para el mes de abril, orientación norte, latitud norte 12°.

$$FGCS = 39 \text{ Btu/h.ft}^2$$

El área se extrae de los planos del edificio. (Ver anexos 5 pág. 210-214)

$$A = 116.25 \text{ ft}^2$$

El factor de carga de enfriamiento se obtiene a través de la **tabla A. 6**. Tomando en cuenta la construcción media y la hora en, este caso 1:00 pm. (Ver anexos 2 pág. 182).

$$F_{ce} = 0.73$$

El coeficiente de sombreado se toma como 1 porque el edificio no posee ningún tipo de construcción con estas características.

$$C_s = 1$$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$Q = FGCS \times A \times C_s \times F_{ce}$$

$$Q = (39 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.73)$$

$$Q = 3,309.63 \text{ Btu/h}$$

8.2.3 Ganancia de calor por techo (Planta alta pabellón Norte Aula 1037)

El tipo de material del techo: zinc corrugado chapa N° 26 estándar lámina metálica con aislamiento de 1 a 6 in.

Para el cálculo de la ganancia de calor por techo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

De la **tabla A. 11**. Se obtiene el coeficiente global de transferencia de calor (Ver anexos 2 pág. 187-195).

$$U = 0.092 \text{ Btu/h}$$

El área se extrae de los planos del edificio (Ver anexos 6 pág. 210-214).

$$A = 597.71 \text{ ft}^2$$

El $DTCE_c$ se debe de calcular para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_o - 85)] f$$

Donde:

- **DTCE** se obtiene de la **tabla A. 1**. calculado a la 1:00 pm (Ver anexos 2 pág. 177).

$$DTCE = 71 \text{ °f}$$

- **LM** se obtiene de la **tabla A. 4.** (Ver anexos 2 pág. 180).

$$\mathbf{LM = -1\text{ }^{\circ}\text{f}}$$

- **K** es el coeficiente de corrección debido al color de la superficie.
Para paredes oscuras y áreas industriales el valor es 1.

$$\mathbf{K = 1}$$

- **T_R** temperatura de recinto.

$$\mathbf{T_R = 77\text{ }^{\circ}\text{f}}$$

- **T_O** temperatura de diseño exterior promedio

$$\mathbf{T_O = 84\text{ }^{\circ}\text{f}}$$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$\begin{aligned}\mathbf{DTCE_c} &= [(\mathbf{DTCE+LM}) \mathbf{K} + (\mathbf{78-T_R}) + (\mathbf{T_O-85})] \mathbf{f} \\ &= [(71+ (-1))1 + (78 - 77) + (84 - 85)] \mathbf{1} \\ \mathbf{DTCE_c} &= \mathbf{70\text{ }^{\circ}\text{F}}\end{aligned}$$

$$\mathbf{Q = U \times A \times DTCE_c}$$

$$\mathbf{Q = (0.092\text{ Btu/h}) (597.71\text{ ft}^2) (70\text{ }^{\circ}\text{F})}$$

$$\mathbf{Q = 3,849.25\text{ Btu/h}}$$

8.2.4 Ganancia de calor por puertas (Planta alta pabellón Norte Aula 1037)

8.2.4.1 Puerta Sur

El tipo de material para la puerta es de marco de madera con lámina de plywood de 1^{1/2} in.

Para el cálculo de la ganancia de calor por puertas expuestas al exterior utilizamos la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

Para obtener el coeficiente global de transferencia de calor lo calculamos con la siguiente ecuación:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_p}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1.31 \text{ Btu/h}} + \frac{1}{0.91 \text{ Btu/h}} + \frac{1}{1.31 \text{ Btu/h}}}$$

$$U = 0.38 \text{ Btu/h}$$

Nota:

- El valor de **R del Plywood** se obtiene consultando la **tabla A. 8.** (Ver anexos 2 pág. 184).
- El valor del **R del Aire** se obtiene de la **tabla A. 9.** (Ver anexos 2 pág. 185).

El área se extrae de los planos del edificio (Ver anexos 6 pág. 210-214).

$$A = 47.56 \text{ ft}^2$$

El **DTCE_c** se debe de calcular para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

Donde:

- **DTCE** se obtiene de la **tabla A. 2.** calculado a la 1:00 pm orientación sur (Ver anexos 2 pág. 178).

$$DTCE = 45 \text{ °f}$$

- **LM** es igual a la latitud media y se obtiene de la **tabla A. 4.** (Ver anexos 2 pág. 180).

$$LM = -7 \text{ °f}$$

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (38 \text{ °f})$$

$$Q = 686.76 \text{ Btu/h}$$

8.2.5 Ganancia de calor debido a iluminación (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).

Tipo de luminaria: lámpara fluorescente lineal TLF F40-T12 de 40 w con doble tubo de 110 v.

Para el cálculo de la ganancia de calor por iluminación utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

Nº de lámparas: **6 lámparas.**

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480w) (1.25 \text{ ft}^2) (1.0)$$

$$Q = 2,047.2 \text{ Btu/h}$$

8.2.6 Ganancia de calor por personas (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).

Hay dos tipos de ganancia de calor por personas, calor latente y calor sensible.

Las ecuaciones para calcular la ganancia de calor sensible y latente originado en las personas son:

$$Q = q_s \times n \times FCE \quad ; \quad Q = q_l \times n$$

Para encontrar q_s, q_l , se extrae de la **tabla A. 10.** (Ver anexos 2 pág. 186).

$$q_s = 230 \text{ Btu}$$

$$q_l = 190 \text{ Btu}$$

El **FCE** se obtiene a través de las horas totales en el recinto, por horas después de cada entrada al recinto mediante la **tabla A. 7.** (Ver anexos 2 pág. 183).

$$FCE = 0.66$$

La capacidad del local es de **50 personas**.¹

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

8.2.7 Ganancia de calor debido a equipos eléctricos (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

Tabla 7 *Ganancia de calor por equipos eléctricos*

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANANCIA DE CALOR TOTAL			835.94

¹ Se toma la cantidad de 50 personas dentro del aula de clase según reglamento de la secretaria de facultades (en este caso FTI) permiten una cantidad de 45 estudiantes pero en ocasiones hay unificaciones de grupos y este número es sobrepasado.

8.2.8 Transferencia de calor a los alrededores (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).

Algo de ganancia del calor sensible al recinto se transfiere a través de la estructura hacia los alrededores, y nunca aparece como parte de la carga del recinto. Esto constituye un efecto aislado de su almacenamiento. Se debe calcular esa pérdida de calor y corregir.

Este cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

El valor de k también debe de calcularse, para encontrar el valor de K se utiliza la siguiente ecuación:

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$
$$K = \frac{(0.40)(545.5) + (0.59)(116.25)}{78.47}$$
$$K = 3.65$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.65)$$

$$F_c = 0.93$$

Las ganancias de calor sensible debidas a conducción, radiación solar, alumbrado, persona y equipo se deben de multiplicar por 0.93, cada una de ellas. Esta es la carga que sufre una reducción del 7%.

8.2.9 Ganancia de calor por infiltración (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).

Las infiltraciones en verano provienen, sobre todo a la acción del viento sobre la fachada expuesta al mismo. La cantidad de infiltración varía según el caudal de aire sobre las puertas, ventanas, escaleras, ascensores, porosidad de las paredes, altura del edificio, dirección y velocidad del viento, sin embargo muchos de estos

factores no pueden de ser calculados con exactitud y deben ser objeto de una estimación empírica.

Tomando en cuenta este concepto y que el edificio pertenece a una construcción moderna, donde las ventanas son selladas y por lo tanto no tienen perdidas de infiltración, excepto en las puertas, donde la ganancia de calor va a hacer la mínima ya que estas solo se abrirán en un rango de 5 minutos por cada cambio de clase, se le sumara el 3% al cálculo total de la carga térmica, como ganancia de calor por infiltración.

$$Q_{infiltracion} = Q_{T Recinto} * 3\%$$

$$Q_{infiltracion} = 33,076.13 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{infiltracion} = 992.28 \text{ Btu/h}$$

8.2.10 Factor de seguridad para la carga térmica de enfriamiento (Planta alta pabellón Norte Aula 1037)

Los factores de seguridad a veces están pre escritos en códigos, pero en la mayoría de las veces estos son frutos de las experiencia.

En este caso aplicaremos un factor de seguridad del 10% sobre la carga térmica total del recinto. Este factor lo empleamos con el fin de asegurarnos contra condiciones inciertas o desconocidas, ya sean abuso o mal uso del sistema instalado, ejemplo: mayor número de personas en el recinto de las que fueron calculadas, generara una mayor cantidad de carga térmica.

$$F_{seguridad} = Q_{total} * 10\%$$

$$F_{seguridad} = 34,068.41 * 10\%$$

$$F_{seguridad} = 3,406.84 \text{ Btu/h}$$

8.2.11 Carga térmica total del recinto (Planta alta pabellón Norte Aula 1037).

Tabla 8 Ganancia de calor total aula 1037

PABELLON NORTE PLANTA ALTA					
AULA 1037					
AREA	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H
PARED NORTE	0.40	149.18	23.00	0.93	1,276.38
PARED SUR	0.40	221.73	38.00	0.93	3,134.38
PARED ESTE	0.40	174.59	32.00	0.93	2,078.32
PARED OESTE					
TECHO / CIELO RASO	0.092	597.71	70.00	0.93	3,579.80
PISO					
PUERTA	0.38	47.56	38.00		686.77
VENTANA	(39 x 116.25 x 1 x 0.73)			0.93	3,077.96
PERSONAS (QL)	(190*50)				9,500.00
PERSONAS (QS)	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70
APARATOS ELECTRICOS	(245 x 3.412)			0.93	779.93
ILUMINACION	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89
INFILTRACION	(33,076.13 x 3%)				992.28
SUB TOTAL					34,068.41
FACTOR DE SEGURIDAD	(35,840.18 x 10%)				3,406.84
CARGA TOTAL					37,475.25

8.3 CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO EDIFICIO JULIO PADILLA PLANTA BAJA

Tabla 9 Cálculo de carga del edificio planta baja

CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO															
PROYECTO: EDIFICIO JULIO PADILLA (PLANTA BAJA)															
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI - RUPAP)															
T _o		T _R				RD					Bs				
84 °f		77 °f				4.72					31.25				
AREA	AULA 1028					AULA 1029					AULA 1030				
	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H	U	A	DTCEc	Fc	BTU/Hc	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H
PARED NORTE	0.40	184.92	23	0.93	1,582.18	0.40	184.92	23.00	0.93	1,582.18	0.40	184.92	23.00	0.93	1,701.26
PARED SUR	0.40	116.25	38	0.93	1,643.31	0.40	116.25	38.00	0.93	1,643.31	0.40	116.25	38.00	0.93	1,767.00
PARED ESTE	0.40	159.30	32	0.93	1,896.31										
PARED OESTE											0.40	159.30	26.00	0.93	1,656.72
TECHO / CIELO RASO															
PISO															
PUERTA	0.38	47.56	23		415.67	0.38	47.56	23.00		415.67	0.38	47.56	23.00		415.67
VENTANA	(45 x 116.25 x 1 x 0.57)			0.93	2,773.08	(45 x 116.25 x 1 x 0.57)			0.93	2,773.08	(45 x 116.25 x 1 x 0.57)			0.93	2,981.81
PERSONAS (QL)	(190*50)				9,500.00	(190*50)				9,500.00	(190*50)				9,500.00
PERSONAS (QS)	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70
APARATOS ELECTRICOS	(245 x 3.412)			0.93	779.93	(245 x 3.412)			0.93	779.93	(245 x 3.412)			0.93	835.94
ILUMINACION	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	2,047.20
INFILTRACION	(27,553.07 x 3%)				826.59	(25,656.76 x 3%)				769.70	(28,495.61 x 3%)				854.87
SUB TOTAL	SUB TOTAL				28,379.66	SUB TOTAL				26,426.46	SUB TOTAL				28,819.18
FACTOR DE SEGURIDAD (%)	10.00				2,837.97	10.00				2,642.65	10.00				2,881.92
CARGA TOTAL POR AULA	CARGA TOTAL POR AULA				31,217.62	CARGA TOTAL POR AULA				29,069.11	CARGA TOTAL POR AULA				31,701.10
AREA	AULA 1031					AULA 1032					AULA 1033				
	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H	U	A	DTCEc	Fc	BTU/Hc	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H
PARED NORTE	0.40	116.25	23	0.93	994.64	0.40	116.25	23.00	0.93	994.64	0.40	116.25	23.00	0.93	994.64
PARED SUR	0.40	184.92	38	0.93	2,614.03	0.40	184.92	38.00	0.93	2,614.03	0.40	184.92	38.00	0.93	2,614.03
PARED ESTE	0.40	152.95	32	0.93	1,820.72										
PARED OESTE											0.40	152.95	26.00	0.93	1,479.33
TECHO / CIELO RASO															
PISO															
PUERTA	0.38	47.56	38		686.77	0.38	47.56	38.00		686.77	0.38	47.56	38.00		686.77
VENTANA	(39 x 116.25 x 1 x 0.73)			0.93	3,077.96	(39 x 10.8 x 1 x 0.73)			0.93	3,077.96	(39 x 10.8 x 1 x 0.73)			0.93	3,077.96
PERSONAS (QL)	(190*50)				9,500.00	(190*50)				9,500.00	(190*50)				9,500.00
PERSONAS (QS)	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70
APARATOS ELECTRICOS	(245 x 3.412)			0.93	779.93	(245 x 3.412)			0.93	779.93	(245 x 3.412)			0.93	779.93
ILUMINACION	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89
INFILTRACION	(28,436.63 x 3%)				853.09	(26,615.91 x 3%)				798.47	(28,095.24 x 3%)				842.85
SUB TOTAL	SUB TOTAL				29,289.72	SUB TOTAL				27,414.38	SUB TOTAL				28,938.09
FACTOR DE SEGURIDAD (%)	10.00				2,928.97	10.00				2,741.44	10.00				2,893.81
CARGA TOTAL POR AULA	CARGA TOTAL POR AULA				32,218.69	CARGA TOTAL POR AULA				30,155.82	CARGA TOTAL POR AULA				31,831.90

Ver cálculos detallados en anexos 1 de la pág. 117 a la pág. 175.

8.4 CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO EDIFICIO JULIO PADILLA PLANTA ALTA.

Tabla 10 *Calculo de carga del edificio planta alta*

CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO															
PROYECTO: EDIFICIO JULIO PADILLA (PLANTA ALTA)															
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI - RUPAP)															
T _o		T _R				RD					Bs				
84 °f		77 °f				4.72					31.25				
AREA	AULA 1034					AULA 1035					AULA 1036				
	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H	U	A	DTCEc	Fc	BTU/Hc	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H
PARED NORTE	0.40	221.73	23	0.93	1,897.12	0.40	221.73	23.00	0.93	1,897.12	0.40	221.73	23.00	0.93	1,897.12
PARED SUR	0.40	149.18	38	0.93	2,108.81	0.40	149.18	38.00	0.93	2,108.81	0.40	149.18	38.00	0.93	2,108.81
PARED ESTE	0.40	181.91	32	0.93	2,165.46										
PARED OESTE											0.40	181.91	26.00	0.93	1,759.43
TECHO / CIELO RASO	0.092	602.58	70	0.93	3,608.97	0.092	602.58	70.00	0.93	3,608.97	0.092	602.58	70.00	0.93	3,608.97
PISO															
PUERTA	0.38	47.56	23		415.67	0.38	47.56	23.00		415.67	0.38	47.56	23.00		415.67
VENTANA	(45 x 116.25 x 1 x 0.57)			0.93	2,773.08	(45 x 116.25 x 1 x 0.57)			0.93	2,773.08	(45 x 116.25 x 1 x 0.57)			0.93	2,773.08
PERSONAS (QL)	(190*50)				9,500.00	(190*50)				9,500.00	(190*50)				9,500.00
PERSONAS (QS)	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70
APARATOS ELECTRICOS	(245 x 3.412)			0.93	779.93	(245 x 3.412)			0.93	779.93	(245 x 3.412)			0.93	779.93
ILUMINACION	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89
INFILTRACION	(32,211.63 x 3%)				966.34	(30,046.18 x 3%)				901.38	(31,805.61 x 3%)				954.16
SUB TOTAL	SUB TOTAL				33,177.97	SUB TOTAL				30,947.56	SUB TOTAL				32,759.77
FACTOR DE SEGURIDAD (%)	10.00				3,317.80	10.00				3,094.76	10.00				3,275.98
CARGA TOTAL POR AULA	CARGA TOTAL POR AULA				36,495.77	CARGA TOTAL POR AULA				34,042.31	CARGA TOTAL POR AULA				36,035.75
AREA	AULA 1037					AULA 1038					AULA 1039				
	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H	U	A	DTCEc	Fc	BTU/Hc	U	A	DTCEc	Fc	BTU/H
PARED NORTE	0.40	149.18	23	0.93	1,276.38	0.40	149.18	23.00	0.93	1,372.46	0.40	116.25	23.00	0.93	1,069.50
PARED SUR	0.40	221.73	38	0.93	3,134.38	0.40	221.73	38.00	0.93	3,370.30	0.40	184.92	38.00	0.93	2,810.78
PARED ESTE	0.40	174.59	32	0.93	2,078.32										
PARED OESTE											0.40	174.59	26.00	0.93	1,815.74
TECHO / CIELO RASO	0.092	597.71	70	0.93	3,579.80	0.092	597.71	70.00	0.93	3,849.25	0.092	597.71	70.00	0.93	3,849.25
PISO															
PUERTA	0.38	47.56	38		686.77	0.12	47.56	38.00		216.87	0.12	47.56	38.00		216.87
VENTANA	(39 x 116.25 x 1 x 0.73)			0.93	3,077.96	(39 x 10.8 x 1 x 0.73)			0.93	3,309.63	(39 x 10.8 x 1 x 0.73)			0.93	3,309.63
PERSONAS (QL)	(190*50)				9,500.00	(190*50)				9,500.00	(190*50)				9,500.00
PERSONAS (QS)	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70	(230 x 50 x 0.66)			0.93	7,058.70
APARATOS ELECTRICOS	(245 x 3.412)			0.93	779.93	(245 x 3.412)			0.93	835.94	(245 x 3.412)			0.93	835.94
ILUMINACION	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	1,903.89	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	2,047.20	(3.412 x 480 x 1 x 1.25)			0.93	2,047.20
INFILTRACION	(33,076.13 x 3%)				992.28	(31,560.35 x 3%)				946.81	(32,513.62 x 3%)				975.40
SUB TOTAL	SUB TOTAL				34,068.41	SUB TOTAL				32,507.16	SUB TOTAL				33,489.02
FACTOR DE SEGURIDAD (%)	10.00				3,406.84	10.00				3,250.72	10.00				3,348.90
CARGA TOTAL POR AULA	CARGA TOTAL POR AULA				37,475.25	CARGA TOTAL POR AULA				35,757.87	CARGA TOTAL POR AULA				36,837.92

Ver cálculos detallados en anexos 1 de la pág. 117 a la pág. 175.

8.5 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS ADECUADOS TOMANDO EN CUENTA LOS PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y FUNCIONALIDAD, PARA UN MEJOR RENDIMIENTO Y CONFORT.

En el mercado nacional podemos encontrar diferentes modelos de unidades de aire acondicionado, luego de un minucioso análisis de los aires acondicionados se pudo observar que existen en el mercado nicaragüense aires acondicionados chinos, japoneses, coreanos.

8.5.1 Selección de equipos para las áreas a climatizar

Para la selección de equipo adecuado, tomando en cuenta los parámetros de eficiencia energética y funcionalidad, para un mejor rendimiento y confort se requiere conocer la cantidad de carga térmica y la ganancia de calor que hay por persona, por equipo, por ventanas, por paredes, etc. Debe conocerse además las dimensiones y el tipo de conexiones existentes en el local, lo que facilitara la toma de decisiones.

Después de hacer la evaluación de la carga, debe elegirse el equipo cuya capacidad sea suficiente para neutralizar esta carga. El aire impulsado hacia el espacio acondicionado debe tener las condiciones necesarias para satisfacer las cargas de calor sensible y latente que han sido estimadas. En el empleo de diagrama psicométrico, se exponen los procedimientos, para determinar los criterios por los que se selecciona el equipo de acondicionamiento (cantidad de aire, punto de rocío del equipo, etc.).

8.5.2 Análisis de la carta psicométrica.

Teniendo las siguientes temperaturas:

$$TBS = 88.25^{\circ}\text{F}$$

$$TBH = 71^{\circ}\text{F}$$

77°F de temperatura de confort.

Estos datos son obtenidos de la carta psicométrica (ver anexos 3 pág. 197) para obtener los siguientes datos:

$$\text{Punto de rocío (Tw)} = 64^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Humedad absoluta (H)} = 0.12 \text{ BTU/Lb}_{\text{aire}}$$

$$\text{Humedad relativa} = 50\%$$

$$\text{Volumen específico} = 13.5 \text{ ft}^3 \text{ por libra de aire seco}$$

En la siguiente tabla (**tabla comparativa de costos**) se da a conocer las distintas tarifas que hay en el mercado de ventas de aire acondicionado y las diferentes marcas, la más vendida en estos momentos son de SEER 16, hay de mayor eficiencia pero debido a que en este proyecto es de acción social sin fines de lucro, se comparan este tipo de aires acondicionado porque es de precio accesible, además es amigable con el medio ambiente y cuenta con la tecnología inverter.

Entre las propuestas realizadas por las distintas empresas, se efectuó un estudio para analizar cuál de las propuestas es de mayores beneficios, en este caso la empresa seleccionada es SINTER, cabe destacar que es una empresa responsable y con muchos años de experiencia en esta área de climatización. Se seleccionó su propuesta ya que en lo que corresponde al asunto económico es la que resulta más viable, la marca del equipo es reconocida y nos dan garantía por un año.

Tabla 11 Comparación de costo de equipos (ver anexos 4 pág. 199 a la 205)

TABLA COMPARATAIVA PRECIOS DE AIRES ACONDICIONADOS									
N°	EMPRESA	MARCA	DESCRIPCION	TECNOLOGIA	COSTO \$		TOTAL C\$	IVA 15%	OBSERVACION
					EQUIPO	INSTALACION			
1	SINTER	GREE	COND GR 48BTU SR16 R410PT 220 1	INVERTER	C\$ 45.769,10	C\$ 7.368,40	C\$ 53.137,50		INSTALACIÓN A 12 ft DE DISTANCIA ENTRE VAPORADOR Y CONDENSADOR
		GREE	EVAP GR 48BTU SR16 R410PT 220 1	INVERTER	C\$ 19.384,56		C\$ 19.384,56		
							C\$ 72.522,06	C\$ 83.400,37	
2	SINTER	GREE	COND GR 48BTU SR16 R410PT 220 1	INVERTER	C\$ 49.595,00	C\$ 7.368,40	C\$ 56.963,40		INSTALACIÓN A 12 ft DE DISTANCIA ENTRE VAPORADOR Y CONDENSADOR
		GREE	EVAP GR 48BTU SR16 R410PT 220 1	INVERTER	C\$ 20.999,94		C\$ 20.999,94		
							C\$ 77.963,34	C\$ 89.657,84	
3	COIRSA		COND/P/T 48KBTU 220V R410A MUE-48HFN1-M	INVERTER	C\$ 48.702,73		C\$ 48.702,73		
			EVAPP/T 48KBTU 220V R410A MUE-48HFN1-M	INVERTER	C\$ 16.108,22		C\$ 16.108,22		
							C\$ 64.810,95	C\$ 74.532,60	
4	REFRIMUNDO	TEMPSTAR	SPLIT TECHO PISO 48,000 BTU SEER-16 220V 1PH 60 HZ	INVERTER	C\$ 86.748,74	C\$ 9.919,00	C\$ 96.667,74	C\$ 111.167,90	
5	FOGEL		UV48CDB1 EVAP, PT 48K BTU 220V, R22/410		C\$ 15.394,29	C\$ 7.457,67	C\$ 22.851,96		INSTALACIÓN ESTANDAR A 15 ft ENTRE VAPORADOR Y CONDENSADOR
			VES48C2CS16 COND 48KBTU, SEER16, 220V, R410A		C\$ 53.976,36		C\$ 53.976,36		
							C\$ 76.828,32	C\$ 88.352,57	
6	ARTICO	INNOVAIR	TIPO SPLIT PISO TECHO 48000 BTU SEER18 EVAP/CONDEN	INVERTER	C\$ 69.433,00	C\$ 7.368,40	C\$ 76.801,40		INSTALACIÓN A 15 ft DE DISTANCIA ENTRE VAPORADOR Y CONDENSADOR ICLUYE TUBERIA DE COBRE, ARMAFLEX DE INSULACIÓN, CARGA DE REFRIGERANTE, SOLDADURA ACERO PLATA, CODOS, UNIONES, ADEMAS ACCESORIOS
							C\$ 0,00		
							C\$ 76.801,40	C\$ 88.321,61	

8.5.3 Consumo energético del equipo seleccionado

En los parámetros y diseño de cálculos da como resultado la selección de un equipo de 48,000 BTU.

Las ecuaciones de cálculo para el consumo de energía en KW de las unidades instaladas son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{➤ } EER &= \frac{BTU/h}{KW_e} \\ \text{➤ } KW_e &= \frac{BTU/h}{(SEER)(0.9)} \\ \text{➤ } SEER &= \frac{EER}{0.9} \end{aligned}$$

Ecuación de costo de consumo energético en córdobas.

- consumo de energia = $(KW_e) \left(\frac{\text{horas}}{\text{dias}} \right) \left(\frac{\text{dias}}{\text{mes}} \right)$. Se asume que son 14 horas/día por 26 día/mes, en KWh/mes.
- costo por consumo = $\left(\frac{\text{KWh}}{\text{mes}} \right)$ (costos por KWh) El costo por KWh sale de la tabla del INE. **(ver anexos 5 pág. 207).**
- costo por consumo = (KW)(costos por KW) El costo por KW sale de tabla del INE. **(ver anexos 5 pág. 207).**

$$KW_e = \frac{48,000}{(16)(0.9)} = 3,333.3$$

$$KW_e = \frac{3,333.3}{1,000} = 3.33$$

$$EER = \frac{48,000}{3,333.3} = 14.4$$

$$SEER = \frac{14.4}{0.9} = 16$$

$$\text{Consumo de energía} = 3.33(14 \times 26)(0.7) = 849.3 \text{ kWh/mes}$$

$$\text{Costo por consumo} = 849.3(5.0899 \text{ C\$/kWh}) = 4,323.02$$

$$\text{Costo por demanda} = 3.33(747.8253 \text{ C\$/kW}) = 2,492.75$$

Tabla 12 Consumo de energía por equipos

BTU/h	SEER	kWe	h/dias	Factor de uso	kWh/mes	kwh/año	C\$/kWh	C\$/kW	Costo por consumo	Costo por demanda	Costo total
48,000	16	3.33	364	0.7	849.3	10192	5.0899	747.8253	4,323.02	2492.75	6815.77
Costo total del consumo											
C\$ 81,789.27											

Se muestra en la tabla los resultados por una sola unidad.

El **costo total del consumo** es el resultado del costo total multiplicado por los 12 equipos de aire acondicionado que se instalaran.

Consumo de energía	51,876.26 C\$/mes
Demanda de energía	14,956.51 C\$/mes
Costo total	66,832.77 C\$/mes

Se multiplica la demanda por 50%² como factor de uso ya que se asume que debido a que son equipos inverter y se espera que no se enciendan todos a la vez, por lo que la demanda no será la total.

² Se asume un factor del 50% de uso porque no todos los equipos estarán funcionando al mismo tiempo, habrá variación de consumo que repercute en el factor de demanda

8.6 DISEÑAR UN PLAN DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS

8.6.1 Información para la instalación seleccionando la mejor ubicación

8.6.1.1 Unidad Interior

- Lejos de fuentes de calor.
- Apartado de obstáculos que dificulten la circulación del aire.
- Dónde la distribución de la descarga sea buena.
- Donde sea fácil instalar el desagüe.
- Donde no moleste el ruido
- Lejos de las puertas.
- Respetando los espacios mínimos de funcionamiento y mantenimiento alrededor de la unidad.
- En la pared a una altura de al menos 2.3 m.

8.6.1.2 Unidad Exterior

- Si se instala bajo un toldo, porche, etc. comprobar que no se acumula el calor.
- Asegúrese que la descarga de aire caliente no daña animales o plantas.
- Respetando los espacios mínimos de funcionamiento y mantenimiento alrededor de la unidad.
- Evitar obstáculos que provoquen la recirculación del aire de descarga.

8.6.1.3 Distancias Frigoríficas

Estos equipos (evaporadora) estarán instalados en la pared oeste interior de cada sección, debido a la distancia que hay entre la unidad y el condensador también para una mejor circulación de aire. (Ver anexos 6 pág. 210-214).

8.6.2 Diagrama de instalación

8.6.2.1 Dimensiones

- El centro de la unidad debe estar a más de 450 mm de la pared, tanto por la derecha como por la izquierda.

El centro de la unidad debe estar a más de 100 mm desde el techo.

- Desde el borde de la chapa de instalación hasta el lado izquierdo de la unidad hay 50 mm.
- Desde el borde de la chapa de instalación hasta el lado derecho de la unidad hay 50 mm.

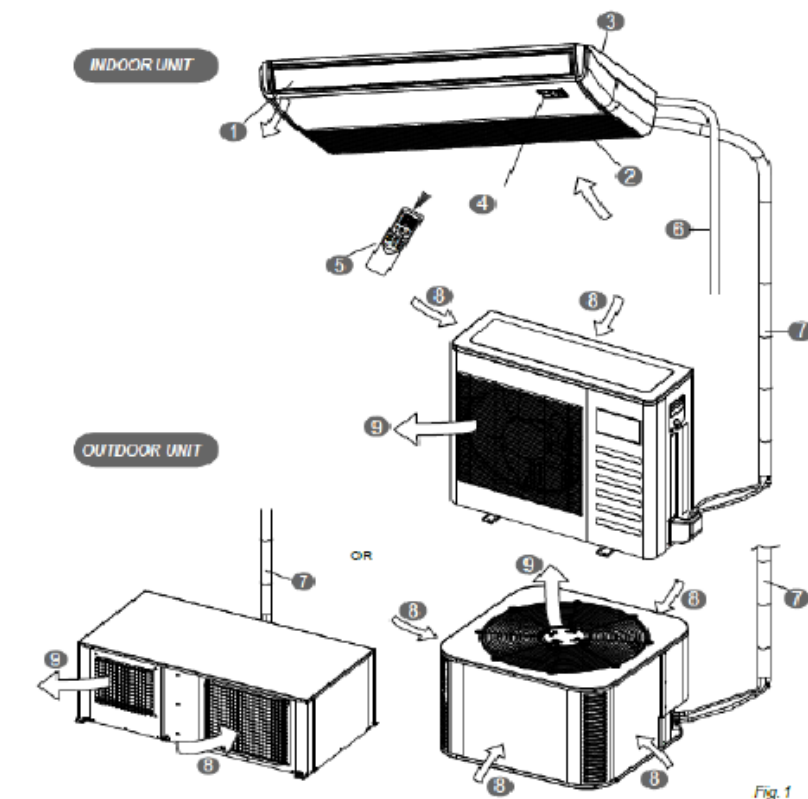


Fig. 1

UNIDAD INTERIOR

UNIDAD INTERIOR

- 1 Rejilla de flujo de aire (en la salida de aire)
- 2 Punto de entrada de aire (con filtro de aire en el interior)
- 3 Parte de instalación
- 4 Panel visualizador
- 5 Control remoto
- 6 Tubo de drenaje

UNIDAD EXTERIOR

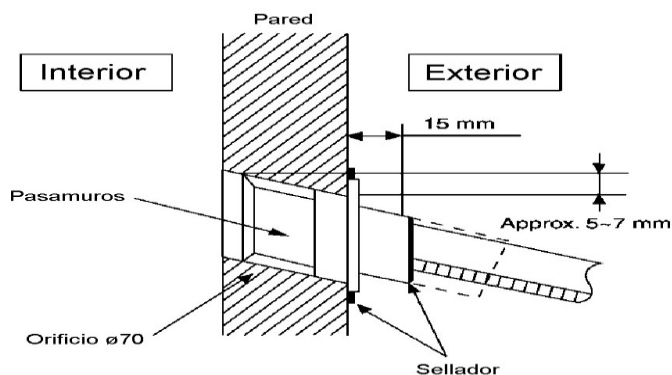
- 7 Tubo de conexión
- 8 Entrada de aire
- 9 Punto de salida de aire

NOTA

Todas las imágenes del presente manual tienen un objetivo puramente explicativo. Es posible que sean ligeramente diferentes de las del aire acondicionado que ha adquirido (según el modelo). La forma real es la que prevalece.

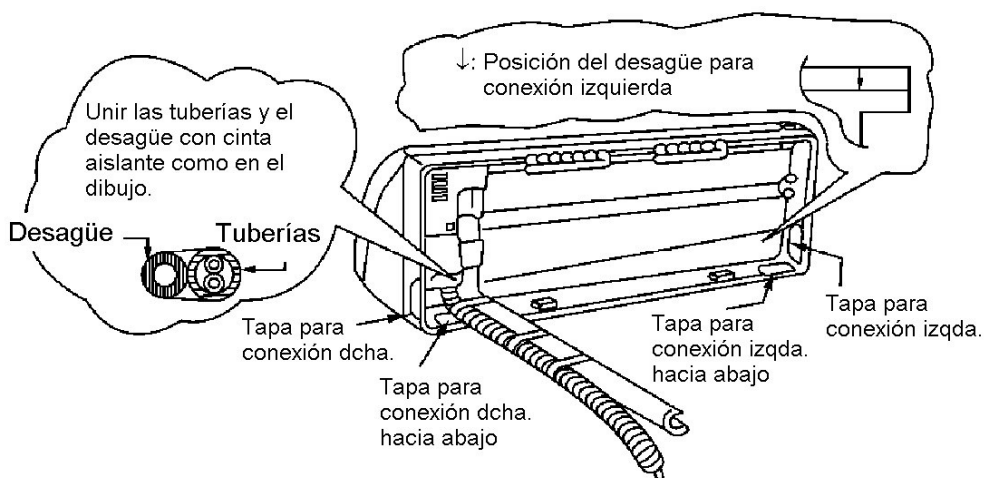
8.6.3 Instalación

- Fijar a las paredes angulares empernados. (Si es de hormigón, usar pernos de anclaje).
- Taladrar el orificio para tuberías con una broca de barrena de 70 mm de diámetro.
- Si se realiza el orificio en la pared, alinearlos con las flechas marcadas en la chapa de instalación a derecha o izquierda.
- Hacer el orificio ligeramente inclinado para facilitar el desagüe.



8.6.3.1 Instalación de la unidad interior.

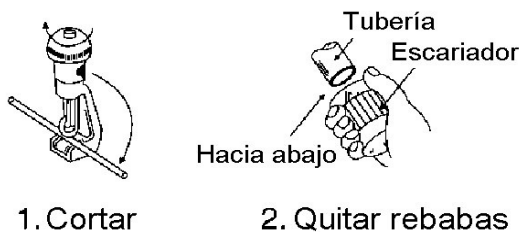
- Si se conecta por el lado izquierdo, cambiar de lado la manguera de desagüe.



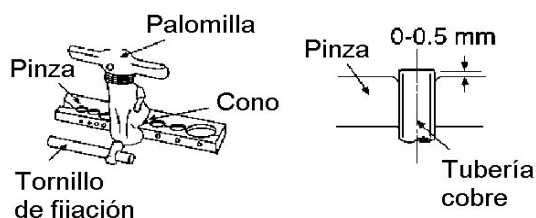
- Doblar y colocar las tuberías para la conexión.

- Colocar la unidad interior.
- Cortar y abocardar las tuberías.

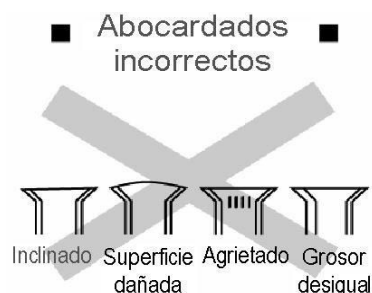
- Comprobar el punto de conexión de la tubería para ajustar la distancia. Cortar la tubería con el cortatubo.



- Quitar las rebabas con el escariador encarando la abertura de la tubería hacia abajo para que no entre cascarilla. Limpiar de polvo y restos con un paño seco.



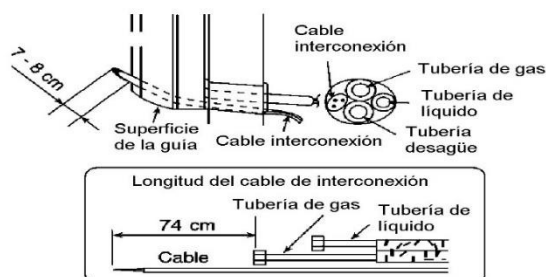
- Insertar la tuerca de apriete a la tubería y posteriormente abocardar.



Si el abocardado se ha hecho correctamente, la superficie interior tendrá un brillo y grosor uniformes. Cuide la calidad y acabado del abocardado para evitar posibles fugas.

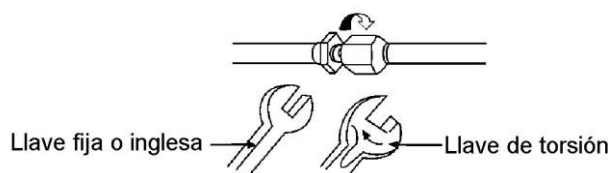
Insertar el cable de interconexión.

El cable de interconexión puede insertarse sin desmontar el frontal de la unidad.



➤ Conectar las tuberías.

- Alinear el centro de la tubería con la conexión y atornillar la tuerca con los dedos.
- Apretar la tuerca con una llave de torsión o dinamométrica con el par de fuerza que se indica en la tabla.



Ø tubería	Llaves de torsión
1/4	17 mm x 18 N·m (180 kgf·cm)
3/8	22 mm x 42 N·m (420 kgf·cm)
1/2 (R22)	24 mm x 55 N·m (550 kgf·cm)
1/2 (R410A)	26 mm x 55 N·m (550 kgf·cm)

➤ Completar el aislamiento.

- Emplear los vinilos adhesivos suministrados para unir y cerrar los aislantes sobre las conexiones.

➤ Colocar las bridas de sujeción de tubería a la unidad interior.

➤ Conectar el cable de interconexión

- El cable de interconexión puede conectarse sin desmontar el panel frontal.
- Para la interconexión se emplea una manguera forrada de 3 x 1.5 mm² para los modelos de sólo frío, de 5 x 1.5 mm² para los modelos de bomba de calor o de 4 x 1.5 mm² para los modelos Inverter.
- Es preferible emplear mangueras con hilos de colores para no cruzar las conexiones entre unidad interior y exterior. En todo caso hay que respetar la correspondencia de la numeración de hilos entre unidades.

- El hilo para la toma de tierra debe ser más largo que el resto.

➤ **Fijar la unidad interior.**

- Las mangueras saldrá de un lado de la unidad ya sea izquierdo o derecho y fijarla con cinta aislante.
- La unidad split estará sostenida por un angular fijado a la pared como se muestra en anexos 6
- Conectar la manguera de alimentación de las unidades interiores a la corriente.

Todas las unidades interiores de los modelos referidos en esta guía deben conectarse a una toma de corriente, ya se trate de equipos split como de equipos multi-split. Los equipos multi-split tendrán tantas tomas de corriente como unidades interiores.

8.6.3.2 Instalación de la unidad exterior

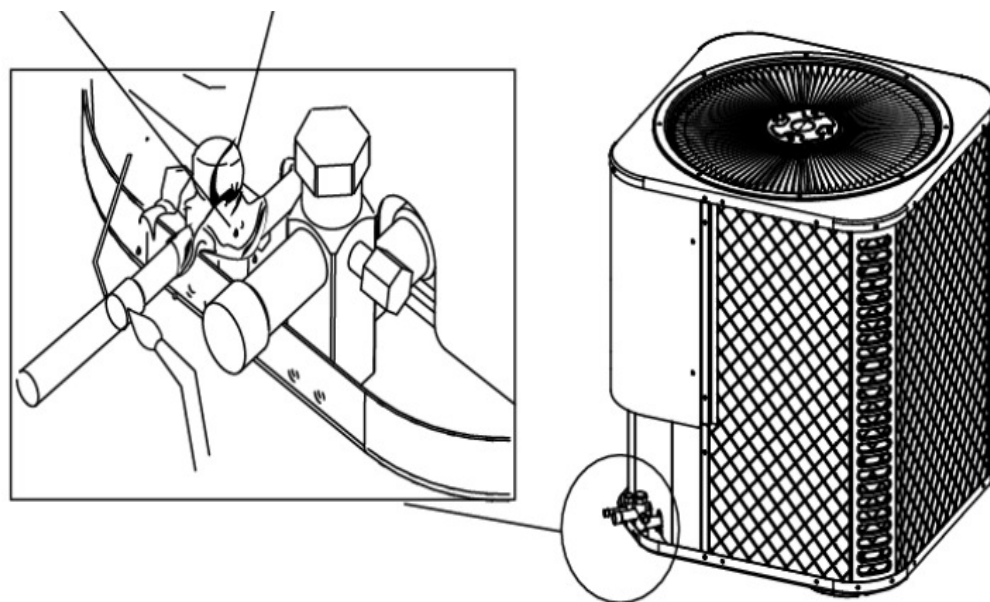
- Fijación de la unidad exterior.
- Fijar la unidad en posición horizontal sobre soporte de suelo o escuadra de pared empleando silent blocks³ de aislamiento y tornillos y tuercas de 10 mm. Respetar los espacios de instalación indicados en el anexo 6
- Cortar y abocardar las tuberías
- Comprobar el punto de conexión de la tubería para ajustar la distancia. Cortar la tubería con el corta tubos.
- Quitar las rebabas con el escariador encarando la abertura de la tubería hacia abajo para que no entre cascarilla. Limpiar de polvo y restos con un paño seco.
 - Insertar la tuerca de apriete a la tubería y posteriormente abocardar⁴.

³ Es un componente esencial en la instalación del aire acondicionado, su función consiste en evitar la transmisión de ruidos y vibraciones del compresor del aparato durante el funcionamiento de los equipos de climatización que de producirse molestarían a usuarios y vecinos.

➤ Conectar las tuberías

- Alinear el centro de la tubería con la conexión y atornillar la tuerca con los dedos.
- Apretar la tuerca con una llave de torsión o dinamométrica con el par de fuerza que se indica en la tabla.

Ø tubería	Llaves de torsión
1/4	17 mm x 18 N·m (180 kgf·cm)
3/8	22 mm x 42 N·m (420 kgf·cm)
1/2 (R22)	24 mm x 55 N·m (550 kgf·cm)
1/2 (R410A)	26 mm x 55 N·m (550 kgf·cm)



⁴ Ensachar la entrada de un agujero o tubo.

Conectar el cable de interconexión

Para la interconexión se empleará una manguera forrada de 3 x 1.5 mm² para los modelos de sólo frío, de 5 x 1.5 mm² para los modelos de bomba de calor o de 4 x 1.5 mm² para los modelos Inverter.

Es preferible emplear mangueras con hilos de colores para no cruzar las conexiones entre unidad interior y exterior. En todo caso hay que respetar la correspondencia de la numeración de hilos entre unidades. Conectar el cable de alimentación

8.6.4 Operaciones del pulsador del panel frontal

El pulsador “AUTO” del panel frontal permite realizar las siguientes operaciones.

➤ **Funcionamiento en modo automático**

Pulsando el botón “AUTO” se inicia el funcionamiento en modo automático de la unidad.

➤ **Funcionamiento en modo prueba: TEST RUN**

Para activar el modo prueba (TEST RUN) hay que mantener pulsado entre 5 y 10 segundos el botón AUTO. Se escucha una señal sonora en el segundo 5.

El modo prueba permite que la unidad funcione en refrigeración sin hacer caso de los valores de las sondas de temperatura, para permitir operaciones de bombeo, toma de presión etc.

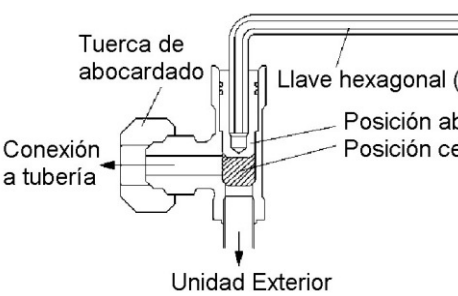
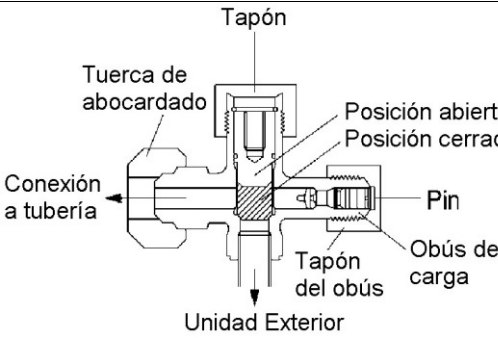
Las unidades INVERTER permiten realizar el modo prueba (TEST RUN) en refrigeración o en calefacción, manteniendo la frecuencia del compresor constante.

Manteniendo pulsado el botón AUTO entre 5 y 8 segundos se inicia el TEST RUN en refrigeración, en el segundo 5 se escucha una señal sonora.

Manteniendo pulsado el botón AUTO entre 8 y 10 segundos se inicia el TEST RUN en calefacción, en el segundo 8 se escuchan dos señales sonoras.

8.6.5 Válvulas de servicio, vacío y carga de refrigerante

8.6.5.1 Válvulas de servicio

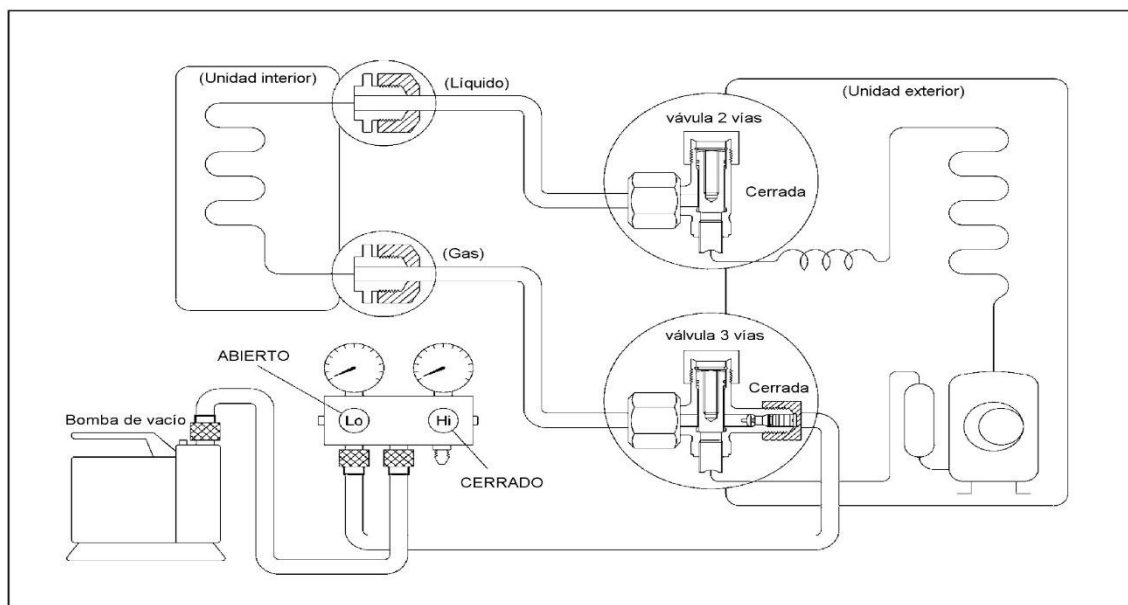
	Válvula de 2 vías (líquido)	Válvula de 3 vías (gas)	
			
Operación	Posición de la llave	Posición de la llave	Obús de carga
Transporte	Cerrada (Tapón puesto)	Cerrada (Tapón puesto)	Cerrado (Tapón puesto)
Vacío (Instalación y reinstalación)	Cerrada	Cerrada	Abierto (conectado a la bomba de vacío)
En Funcionamiento	Abierta (Tapón puesto)	Abierta (Tapón puesto)	Cerrado (Tapón puesto)
Traslado (Recogida de refrigerante en la ud. ext.)	Cerrada	Abierta	Abierta (conectado al manómetro de baja)
Vacío (mantenimiento)	Abierta	Abierta	Abierto (conectado a la

			bomba de vacío)
Recarga (mantenimiento)	Abierta	Abierta	Abierto (conectado a la botella de refrigerante)
Comprobación de presiones	Abierta	Abierta	Abierta (conectado al manómetro)

8.6.6 Vacío de la instalación - Unidad nueva

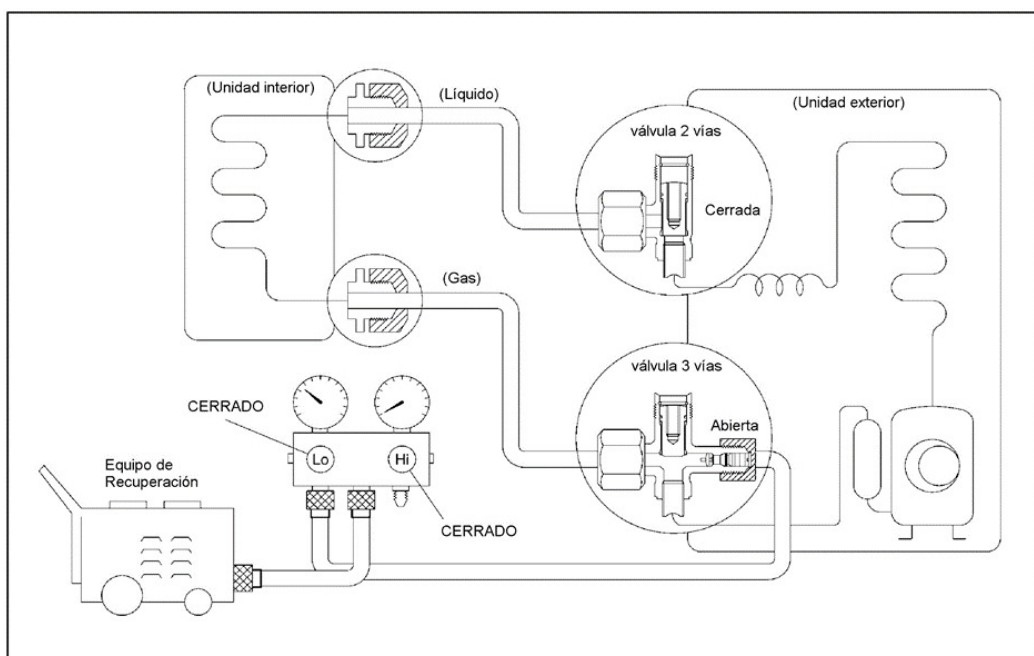
Al instalar un equipo de aire acondicionado es preciso realizar el vacío de la instalación de tuberías y de la unidad interior.

La presencia de aire en el circuito frigorífico varía las presiones de trabajo del refrigerante reduciéndose la capacidad de refrigeración, el compresor se ve afectado y termina por averiarse.



8.6.6.1 Procedimiento

- Conectar la manguera de baja presión del analizador al obús de carga de la válvula de 3 vías.
- Conectar la manguera central del analizador a la bomba de vacío.
- Poner en marcha la bomba de vacío y abrir la llave de baja (Lo) del analizador. La aguja del manómetro de baja se mueve de 0 MPa (0 cmHg) hasta -0.1MPa (-76 cmHg). Mantener el funcionamiento de la bomba durante al menos 10 minutos. (Si el manómetro no cambia de 0 cmHg a -76 cmHg el circuito frigorífico está abierto, revisar).
- Cerrar la llave de baja (Lo) del analizador y apagar la bomba. Mantener durante aproximadamente 5 minutos controlando que la aguja no se mueve. Esto se hace para comprobar que no hay fugas. En caso contrario, será necesario detectar el punto de fuga y repararlo.
- Abrir totalmente las válvulas de servicio con una llave hexagonal de 4 mm.
- Desconectar las mangueras de carga de la bomba de vacío y del obus de carga.
- Montar los tapones de las válvulas.



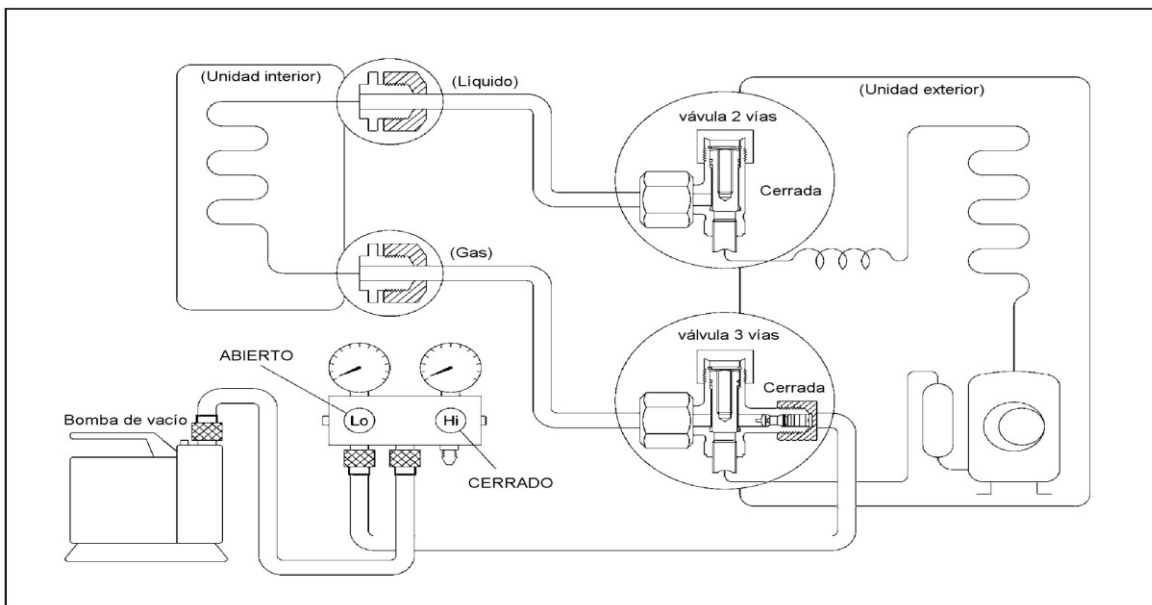
8.6.7 Recogida del refrigerante en la unidad exterior - Traslados

8.6.7.1 Procedimiento

- Comprobar que las válvulas de servicio de 2 y 3 vías están completamente abiertas.
- Dejar funcionar la unidad durante 15 minutos.
- Parar la unidad y esperar unos 3 minutos, conectar entonces la manguera de baja presión del analizador al obús de carga de la válvula de 3 vías.
- Purgar el aire de la manguera abriendo ligeramente y cerrando rápidamente la llave de baja (Lo) del analizador.
- Cerrar completamente la válvula de 2 vías.
- Poner en marcha la unidad en refrigeración mediante el botón TEST RUN. Cuando el manómetro de baja indique 0 MPa (0 Kg/cm²) cerrar la válvula de 3 vías y parar inmediatamente la unidad. El manómetro de baja indica entre 0.1 MPa y 0.3 MPa (entre 1 Kg/cm² y 3 Kg/cm²).
- Usar el equipo de recuperación para recoger el resto de refrigerante que queda en la unidad interior y las tuberías.
- Desconectar el manómetro de la válvula de 3 vías. Montar los tapones en las válvulas de servicio.
- Desconectar las tuberías de la unidad interior y exterior.

8.6.8 Vacío de la instalación - Reinstalación de un equipo

Al reinstalar un equipo de aire acondicionado es preciso realizar el vacío de la instalación de tuberías y de la unidad interior. La presencia de aire en el circuito frigorífico varía las presiones de trabajo del refrigerante reduciéndose la capacidad de refrigeración, el compresor se ve afectado y termina por averiarse.

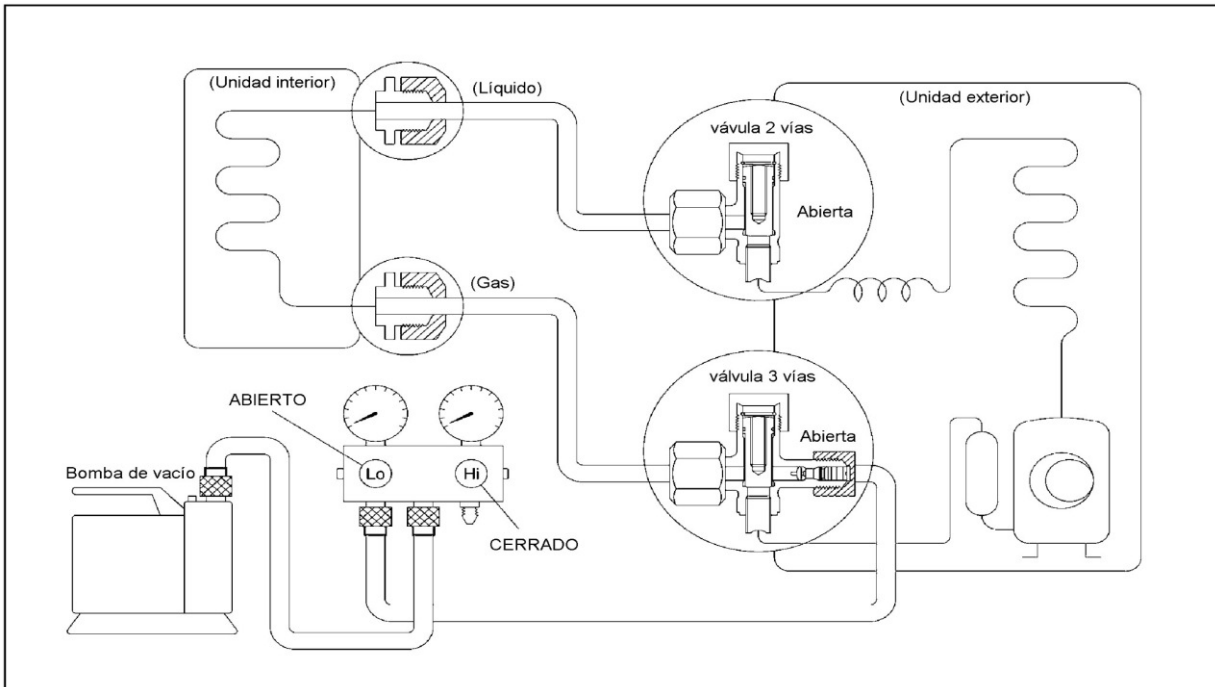


8.6.8.1 Procedimiento

- Conectar la manguera de baja presión del analizador al obús de carga de la válvula de 3 vías. Conectar la manguera central del analizador a la bomba de vacío.
- Poner en marcha la bomba de vacío y abrir la llave de baja (Lo) del analizador. La aguja del manómetro de baja se mueve de 0 MPa (0 cmHg) hasta -0.1MPa (-76 cmHg). Mantener el funcionamiento de la bomba durante al menos 10 minutos. (Si el manómetro no cambia de 0 cmHg a -76 cmHg el circuito frigorífico está abierto, revisar).
- Cerrar la llave de baja (Lo) del analizador y apagar la bomba. Mantener durante aproximadamente 5 minutos controlando que la aguja no se mueve. Esto se hace para comprobar que no hay fugas. En caso contrario, será necesario detectar el punto de fuga y repararlo.
- Desconectar la manguera central de la bomba de vacío y conectarla a la botella de refrigerante. Abrir la llave de la botella de refrigerante y purgar de aire la manguera.
- Abrir la llave de baja (Lo) del analizador y cargar de refrigerante la unidad interior y tuberías. Cerrar la llave de baja (Lo) del analizador, el

manómetro de baja debe indicar 0.3 MPa (3 Kg/cm²). Cerrar la llave de la botella de refrigerante.

- Abrir totalmente las válvulas de servicio con una llave hexagonal de 4 mm.
- Desconectar la manguera de carga de la bomba de vacío y del obus de carga. Montar los tapones de las válvulas de servicio.



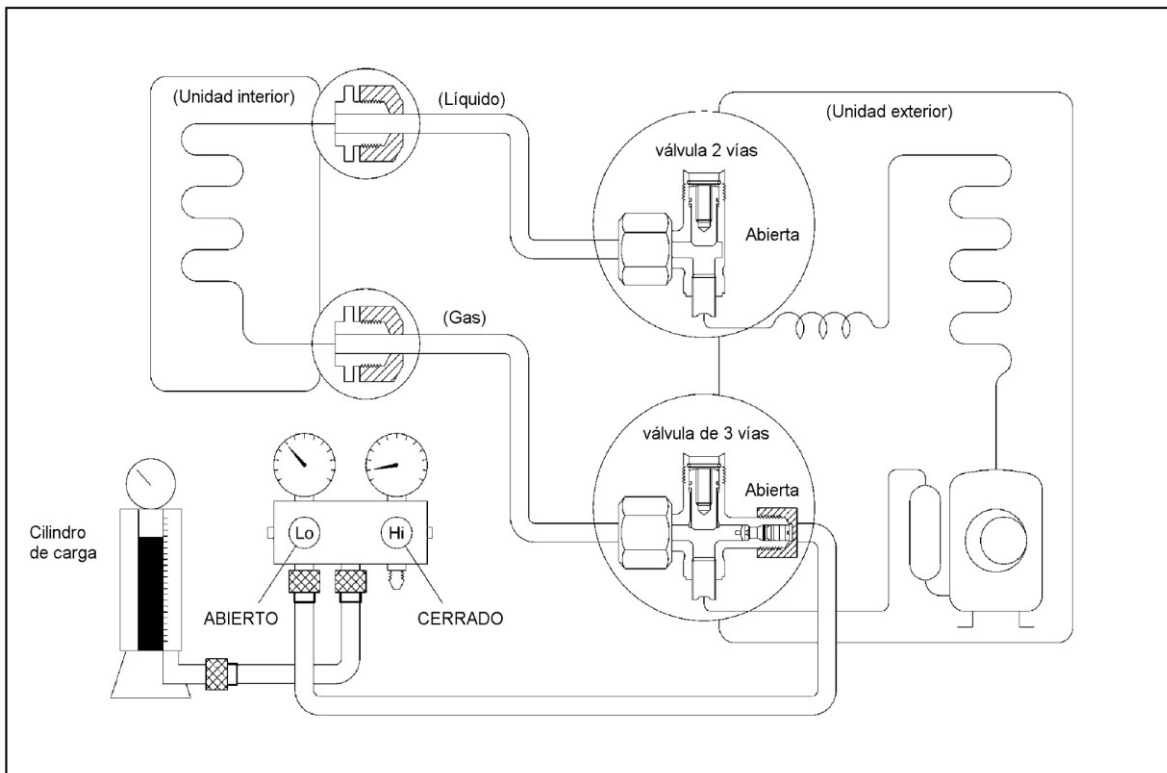
8.6.9 Vacío de la instalación - No hay refrigerante en el equipo

Al instalar un equipo de aire acondicionado es preciso realizar el vacío de la instalación de tuberías y de la unidad interior. La presencia de aire en el circuito frigorífico varía las presiones de trabajo del refrigerante reduciéndose la capacidad de refrigeración, el compresor se ve afectado y termina por averiarse.

8.6.9.1 Procedimiento

- Comprobar que las válvulas de servicio de 2 y 3 vías están completamente abiertas.

- Conectar la manguera de baja presión del analizador al obús de carga de la válvula de 3 vías.
- Conectar la manguera central del analizador a la bomba de vacío.
- Poner en marcha la bomba de vacío y abrir la llave de baja (Lo) del analizador. La aguja del manómetro de baja se mueve de 0 MPa (0 cmHg) hasta -0.1MPa (-76 cmHg). Mantener el funcionamiento de la bomba durante al menos **1 hora**. (Si el manómetro no cambia de 0 cmHg a -76 cmHg el circuito frigorífico está abierto, revisar).
- Cerrar la llave de baja (Lo) del analizador y apagar la bomba. Mantener durante aproximadamente 5 minutos controlando que la aguja no se mueve. Esto se hace para comprobar que no hay fugas. En caso contrario, será necesario detectar el punto de fuga y repararlo.
- Iniciar la carga completa de refrigerante.



8.6.10 Carga de refrigerante - Después de efectuar el vacío

8.6.10.1 Procedimiento

- Desconectar la manguera de carga de la bomba de vacío y conectarla al cilindro de carga, si se usa esta herramienta, o a la botella de refrigerante si se carga por peso con báscula electrónica.
- Purgar de aire la manguera de carga.
- Abrir la llave de baja (Lo) del analizador y cargar el sistema con refrigerante líquido.
- Si no se puede completar la carga del sistema, es posible forzarla poniendo en marcha la unidad en refrigeración (TEST RUN) y añadiendo pequeñas cantidades de refrigerante (no más de 150 gr cada vez) hasta completar la carga. Esta operación debe realizarse con el más absoluto cuidado puesto que se está introduciendo líquido en el compresor; un exceso de líquido en el mismo podría romperlo por lo que no se debe intentar realizar la carga de grandes cantidades con este método. Pueden cargarse hasta 150 gr cada vez manteniendo pausas de 1 minuto entre carga y carga.
- Cerrar la llave de baja (Lo) del analizador, apagar el equipo si estaba en marcha y desconectar la manguera de carga del puerto de servicio de la válvula de 3 vías.
- Montar los tapones de las válvulas.

8.7 Herramientas para instalación y mantenimiento

8.7.1 Herramientas necesarias

Para evitar accidentes al emplear un analizador inadecuado a la alta presión en un equipo de R410A, se ha cambiado el diámetro del obús de carga de la unidad exterior. Además, los diámetros de abocardado y tuercas se han cambiado para aumentar la resistencia a la presión. En consecuencia, es necesario disponer del herramental específico para R410A además del ordinario, tal y como se muestra a continuación.

Tabla 13 *Herramientas para la Instalación, Mantenimiento o Traslado*

Tipo de trabajo	Herramientas comunes	Herramientas para R410A
Abocardado	Abocardador (tipo Imperial), Cortatubos, Escariador	Galga para ajuste de la tubería en el abocardador (tipo Imperial) *1)
Curvado, conexión de tuberías	Llaves torsión (Ø nominal 1/4, 3/8, 1/2) Llaves fijas (12, 17, 19 mm) Llave inglesa, Doblador	
Purga de aire	Bomba de vacío Llave allen (4 mm)	Analizador, mangueras carga, adaptador para bomba de vacío
Comprobación fugas	Líquido detector de fugas o agua jabonosa	Detector electrónico fugas para HFC *2)

Pueden emplearse abocardadores convencionales (R22) junto con las galgas. También existen abocardadores específicos para R410A que son válidos para R22. Usar cuando sea necesario detectar pequeñas fugas. Además, son necesarias la herramientas habituales tales como destornilladores, sierra de metal, taladro, broca de corona (Ø 65 ~ 70), cinta métrica, nivel, termómetro, pinza amperimétrica, voltímetro, etc.

Tabla 14 Herramientas para mantenimiento

Tipo de trabajo	Herramientas comunes	Herramientas para R410A
Carga de refrigerante		Báscula electrónica para carga refrigerante Botella de refrigerante Racor y junta para botella de refrigerante
Soldadura (Sustitución de partes del circuito frigorífico)	Equipo de nitrógeno (usar nitrógeno en todas las soldaduras) y equipo soldadura.	

Sustituir siempre el secador de la unidad exterior cuando se reparen o sustituyan otras partes del circuito frigorífico que rompan la estanqueidad. El secador de recambio se suministra envasado al vacío. Inicie la soldadura tan pronto como abra el envase e inicie el vacío dentro de las 2 horas siguientes.

8.7.2 Herramientas para R410A

8.7.2.1 Galga para el ajuste de la tubería de cobre al abocardador, para usar junto con el abocardador convencional de R22 (tipo Imperial)

- Esta galga facilita ajustar la tubería para que sobresalga entre 1.0 ~ 1.5 mm de la pinza del abocardador convencional de R22.

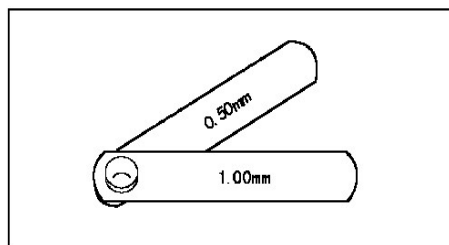


Fig. 1 Galgas para el ajuste de la tubería al abocardar

8.7.2.2 Abocardador (tipo Imperial)

- En los abocardadores para R410A, se ha agrandado el acampanamiento de la pinza para que el abocardado sea correcto dejando que la tubería sólo necesite sobresalir entre 0 ~ 0.5 mm, y se ha aumentado el par de fuerza para

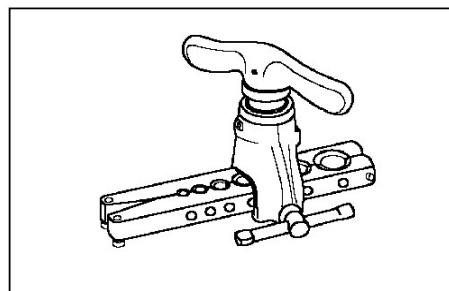


Fig. 2 Abocardador (tipo fijo)

la expansión de la tubería. Este abocardador también puede emplearse para R22, por lo que, si debe adquirirse uno nuevo, recomendamos elegir uno de este tipo.

8.7.2.3 Llaves de torsión

- Las llaves de torsión que se emplean para apretar la tuerca de las tuberías de 1/4" y 3/8" son las mismas. En el caso de las tuberías de 1/2" y 5/8" el par de fuerza es el mismo pero el paso es ligeramente mayor para adaptarse al mayor tamaño de la tuerca.

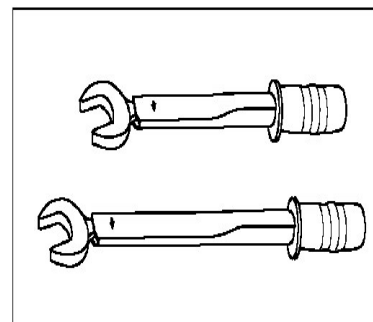


Fig. 3 Llaves de torsión

Tabla 15 Medidas de las llaves de torsión

	Llaves de torsión convencionales	Llaves de torsión para R410A
Para 1/4 (tamaño x par de fuerza)	17 mm x 18 N·m (180 kgf·cm)	17 mm x 18 N·m (180 kgf·cm)
Para 3/8 (tamaño x par de fuerza)	22 mm x 42 N·m (420 kgf·cm)	22 mm x 42 N·m (420 kgf·cm)
Para 1/2 (tamaño x par de fuerza)	24 mm x 55 N·m (550 kgf·cm)	26 mm x 55 N·m (550 kgf·cm)
Para 5/8 (tamaño x par de fuerza)	27 mm x 65 N·m (650 kgf·cm)	29 mm x 65 N·m (650 kgf·cm)

8.7.2.4 Analizador

- Debido a las mayores presiones de trabajo del R410A, no pueden usarse los habituales

Tabla 16 Diferencias de presión entre manómetros de alta/baja convencionales y para R410A

	Manómetros convencionales	Manómetros para R410A
Manómetro de alta presión (rojo)	-76 cmHg ~ 35 kgf/cm ³	-0.1 ~ 5.3 MPa -76 cmHg ~ 53 kgf/cm ³
Manómetro de baja presión (azul)	-76 cmHg ~ 17 kgf/cm ³	-0.1 ~ 3.8 MPa -76 cmHg ~ 38 kgf/cm ³

- El tamaño de las conexiones es distinto para evitar la carga accidental con otro refrigerante.

Tabla 17 Diferencia entre las R410A y las medidas de salida convencional

	Manómetros convencionales	Manómetros R410A
Tamaño conexión (Rosca)	7/16 UNF paso 20 (1/4 SAE paso 20)	1 /2 UNF paso 20 (5 /16 SAE paso 20)

8.7.2.5 Mangueras de carga

- Se ha incrementado la resistencia a la presión de las mangueras de carga para compensar la mayor presión del R410A. El material de la manguera es resistente a los HFC y las conexiones son del tamaño correspondiente.

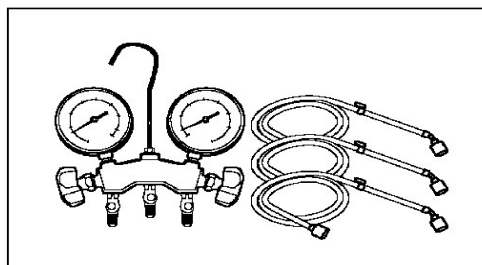


Fig. 4 Analizador y mangueras de carga

Tabla 18 Diferencias entre la manguera de carga convencionales y las de R410A

		Mangueras convencionales	Mangueras para R410A
Resistencia a la presión	Presión de trabajo	3.4 MPa (35 kgf/cm ³)	5.1 MPa (52 kgf/cm ³)
	Presión de ruptura	17.4 MPa (175 kgf/cm ³)	27.4 MPa (280 kgf/cm ³)
Material		Goma NBR	Goma HNBR Forro interior de nylon

8.7.2.6 Adaptador para bomba de vacío o bomba de vacío específica

- Al emplear una bomba de vacío junto con R410A, es necesario instalar una válvula electromagnética para prevenir que el aceite de la bomba fluya hacia la manguera de carga. El adaptador de la bomba de vacío se instala con ese propósito. Si el aceite de la bomba de vacío (aceite mineral) se mezcla con el R410A, se estropeará la unidad.

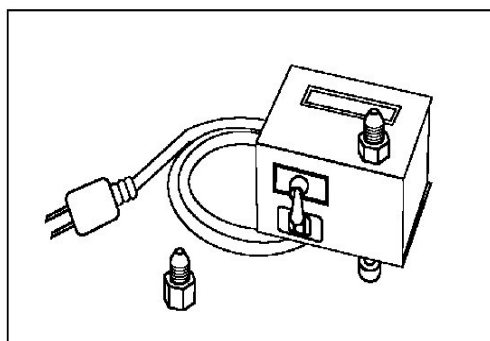


Fig. 5 Adaptador de la bomba de vacío

- Otra opción consiste en emplear una nueva bomba de vacío que pueda cargarse con aceite específico para refrigerantes HFC. En el mercado suelen identificarse por ser compatibles para su uso con R134a. Es necesario, también, disponer de un racor para adaptar el tamaño de rosca de la bomba de vacío al de las mangueras del analizador.

8.7.2.7 Detector de fugas para refrigerantes HFC

- Los detectores de fugas normalmente empleados con CFC y HCFC no sirven con el R410A, puesto que no contiene cloro en su composición.
- Puede emplearse el detector de fugas para R134a, pero la sensibilidad del detector será menor (ajustando la sensibilidad en 1 para R134a, el nivel para R410A descenderá a 0.6).
- Para detectar pequeñas fugas, es necesario un detector de fugas para HFC. La sensibilidad para R410A es aproximadamente de 23 g/año.

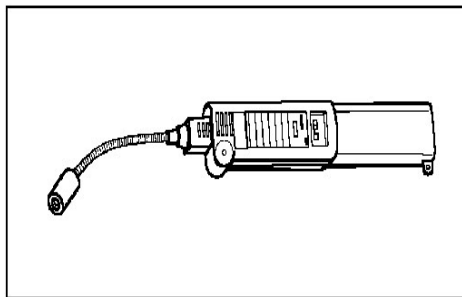


Fig. 6 Detector de fugas para refrigerantes HFC

8.7.2.8 Báscula electrónica para carga de refrigerante

- Debido a la alta presión y la rápida evaporación del R410A, el refrigerante no puede mantenerse en fase líquida dentro del cilindro de carga cuando se emplea éste método, generando burbujas en la escala del cristal y dificultando la lectura. (Los cilindros de carga convencionales para R22 no se pueden utilizar por ser diferentes la resistencia a la presión, la graduación de la escala, el tamaño de las conexiones, etc.)
- La báscula electrónica está reforzada con una estructura de cuatro soportes para el sensor de peso de la botella refrigerante.
- Además, también puede usarse para la carga de cualquier tipo de refrigerante.

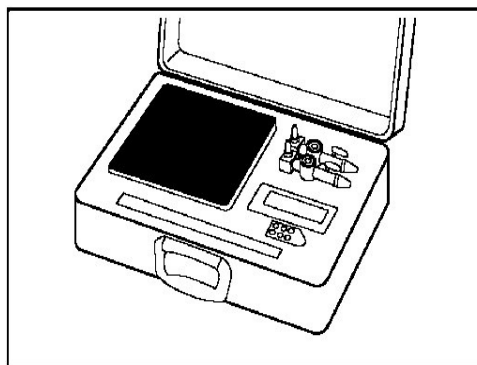


Fig. 7 Báscula electrónica para carga de refrigerante

La carga del refrigerante se realiza abriendo y cerrando la válvula manualmente.

8.7.2.9 Botella de refrigerante

- Las botellas de R410A se identifican por el color rosa, color estipulado por la ARI de los USA.
- Llevan un tubo sifón que permite cargar en fase líquida estando la botella en posición vertical.

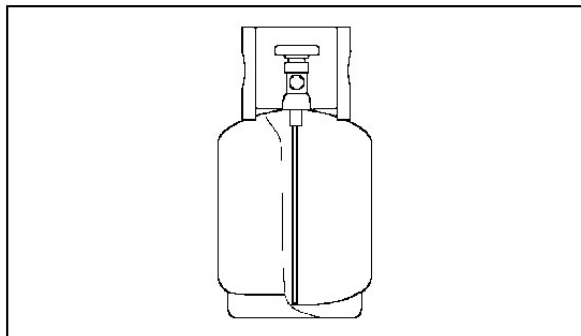


Fig. 8 Botella de refrigerante

8.7.2.10 Racor y junta para adaptar la botella de refrigerante

- El racor de carga debe ajustar con la manguera de carga, rosca 1/2 UNF (5/16 SAE) paso 20.
- La junta debe ser de material resistente a los HFC.

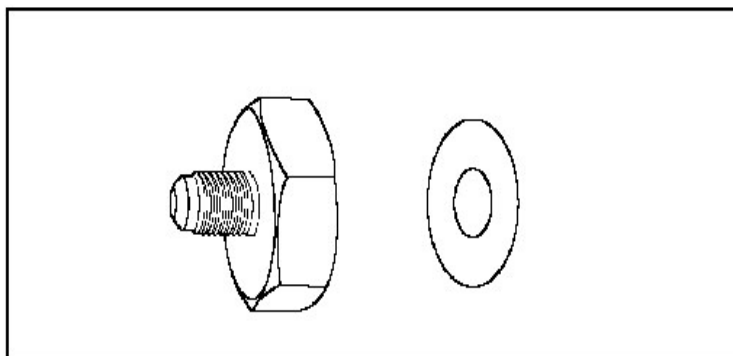


Fig. 9 Orificio de carga y junta

8.7.3 Herramientas de R410A válidas para modelos R 22

Tabla 19 Herramientas R410A válidas para modelos R22

	Herramientas R410A	Utilizables para modelos R22
1.	Galga para el ajuste de la tubería de cobre al abocardador	4
2.	Abocardador (tipo Imperial)	4
3.	Llaves de torsión (\varnothing nominal 1/2 y 5/8)	8
4.	Analizador	8
5.	Mangueras de carga	8
6.	Adaptador bomba de vacío	4
7.	Detector de fugas para refrigerantes HFC	8
8.	Báscula electrónica para carga de refrigerante	4
9.	Botella de refrigerante	8
10.	Racor y junta para la botella de refrigerante	8

8.7.4 Instalación de tubería frigorífica

8.7.4.1 Tipo de tubería

Es necesario emplear tuberías de cobre o aleación de cobre sin juntas con una cantidad de aceite residual menor que 40 mg/10 m. No usar tuberías con pliegues, deformaciones o decoloradas (especialmente por la cara interior), podrían existir impurezas que obstruirían los capilares o la válvula de expansión.

Como la presión de trabajo del R410A es mayor que la del R22, es imprescindible seleccionar materiales adecuados para resistir dicha presión.

En la Tabla 10 se muestran los espesores de tubería de cobre necesarios para R410A. No emplear nunca tuberías con grueso de pared **menor de 0.8mm**.

Tabla 20 Espesor de las tuberías de cobre

Tubería		Grueso de pared (mm)	
Diámetro nominal	Diámetro exterior (mm)	R410A	R22 (Referencia)
1/4	6.35	0.80	0.80
3/8	9.52	0.80	0.80
1/2	12.7	0.80	0.80

8.7.4.2 Conexión de tuberías

Al manipular la tubería refrigerante hay que evitar que entren humedad o polvo, y asegurarse que no hay fugas.

➤ Procedimiento de abocardado y precauciones

- Corte de la tubería

Con el cortatubo cortar lentamente la tubería sin deformarla.

- Limpieza de cascarilla y rebabas

Si el perfil de la tubería es irregular después el corte, o si queda cascarilla adherida al área abocardada, habrá fugas. Para evitarlo, con la boca de la tubería hacia abajo para que no caigan restos, usar el escariador para quitar rebabas y luego limpiar cuidadosamente de cascarilla la cara interior de la tubería.

- Insertar la tuerca de abocardado.

Comprobar que la tubería y la mordaza del abocardador están limpios. Puede emplearse un abocardador específico para R410A o uno convencional. En el segundo caso es necesario emplear unas galgas para ajustar la distancia A que sobresale la tubería de la mordaza.

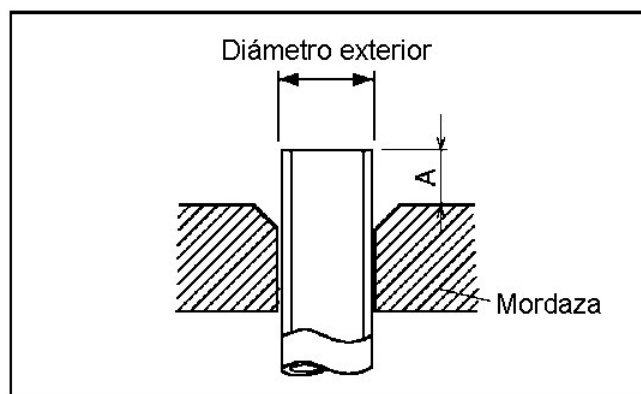


Fig. 10 Dimensiones de abocardado

Tabla 21 Dimensiones de abocardado para R410A

Diámetro nominal	Diámetro exterior (mm)	Grueso de pared (mm)	A (mm)		
			Abocardador para R410A tipo Imperial	Abocardador convencional	
				Tipo Imperial	Tipo Ridgid
1/4	6.35	0.8	0 – 0.5	1.0 – 1.5	1.5 – 2.0
3/8	9.52	0.8	0 – 0.5	1.0 – 1.5	1.5 – 2.0
1/2	12.70	0.8	0 – 0.5	1.0 – 1.5	2.0 – 2.5
5/8	15.88	1.0	0 – 0.5	1.0 – 1.5	2.0 – 2.5

Tabla 22 Dimensiones de abocardado para R22

Diámetro nominal	Diámetro exterior (mm)	Grueso de pared (mm)	A(mm)		
			Abocardador para R410A tipo Imperial	Abocardador convencional	
				Tipo Imperial	Tipo Ridgid
1/4	6.35	0.8	0 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 1.5
3/8	9.52	0.8	0 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 1.5
1/2	12.70	0.8	0 – 0.5	0.5 – 1.0	1.5 – 2.0
5/8	15.88	1.0	0 – 0.5	0.5 – 1.0	1.5 – 2.0

Tabla 23 Dimensiones abocardado y tuerca para R410A

Diámetro nominal	Diámetro exterior (mm)	Grueso de pared (mm)	Dimensión (mm)				Ancho de tuerca
			A +0, - 0.4	B	C	D	
1/4	6.35	0.8	9.1	9.2	6.5	13	17
3/8	9.52	0.8	13.2	13.5	9.7	20	22
1/2	12.70	0.8	16.6	16.0	12.9	23	26
5/8	15.88	1.0	19.7	19.0	16.0	25	29

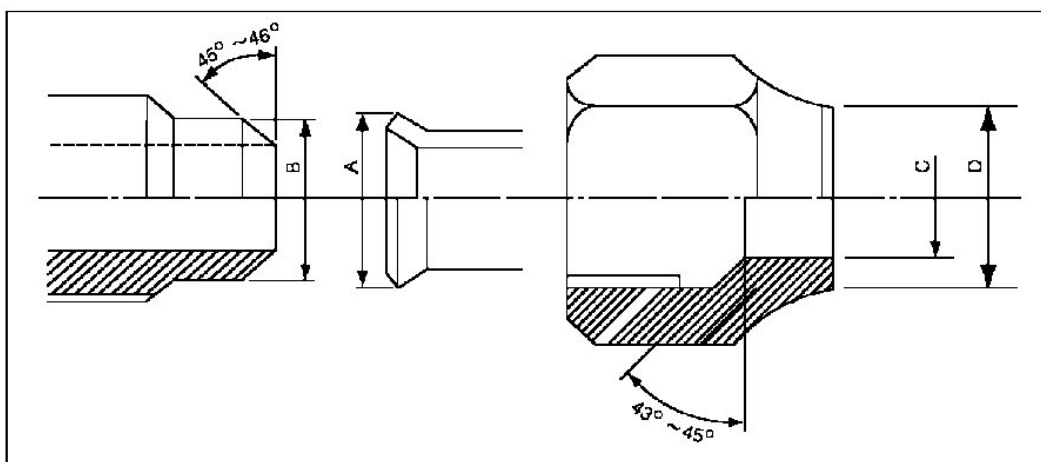


Fig. 11 Dimensiones de abocardado y tuerca

Tabla 24 Dimensiones abocardado y tuerca para R22

Diámetro nominal	Diámetro exterior (mm)	Grueso de pared (mm)	Dimensión (mm)				Ancho de tuerca
			A +0, -0.4	B	C	D	
1/4	6.35	0.8	9.0	9.2	6.5	13	17
3/8	9.52	0.8	13.0	13.5	9.7	20	22
1/2	12.70	0.8	16.2	16.0	12.9	20	24
5/8	15.88	1.0	19.4	19.0	16.0	24	27

➤ Conexión del abocardado

- Comprobar que no hay arañazos, polvo, etc, en las zonas de unión.
- Alinear el abocardado con el centro de la válvula.
- Apretar la tuerca con la llave de torsión adecuada. El par de torsión para R410A es el mismo que para R22. Si no se aprieta suficientemente, habrá fugas. Si se aprieta demasiado puede romperse la rosca o quedar la tuerca bloqueada.

Tabla 25 Par de torsión para R410A

Diámetro nominal	Diámetro exterior (mm)	Par de torsión N·m (kgf·cm)	Llave de torsión N·m (kgf·cm)
1/4	6.35	14 – 18 (140 – 180)	18 (180)
3/8	9.52	33 – 42 (330 – 420)	42 (420)
1/2	12.70	55 (550)	55 (550)
5/8	15.88	65 (650)	65 (650)

8.7.5 INSTALACIÓN, TRASLADO Y MANTENIMIENTO

8.7.5.1 Comprobación de estanqueidad en nuevas instalaciones (tubería nueva)

➤ **Nunca soltar refrigerante a la atmósfera.**

- Además de ser contaminante, constituye una infracción legal por vertido de sustancias controladas.
- Conectar la manguera de carga del analizador al obús de carga de la válvula de 3 vías. (1)
- Abrir completamente el manómetro de baja (Lo) del analizador y poner en marcha la bomba de vacío. (2) (Si la aguja del manómetro alcanza inmediatamente vacío, volver a comprobar el paso a.).

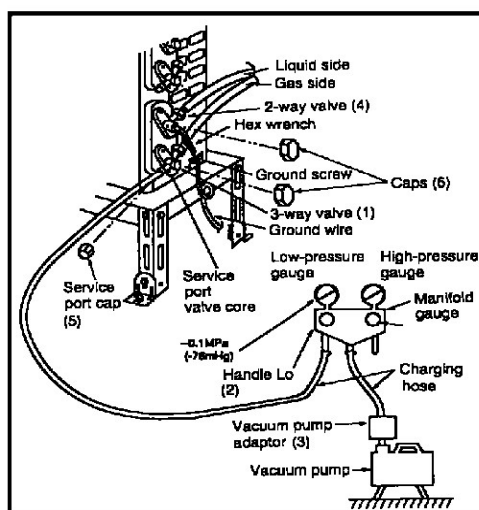


Fig. 12 Configuración para realizar el vacío

- Continuar el proceso de vacío durante al menos 15 minutos, comprobar que el manómetro de baja alcanza -0.1 Mpa (-76 cmHg). Una vez finalizado el vacío, cerrar completamente el manómetro de baja (Lo), parar la bomba y desconectar la manguera de carga del adaptador de la

bomba de vacío. (Mantener estas condiciones durante 1-2 minutos y comprobar con el manómetro que no se pierde vacío). (2) y (3).

- Abrir la válvula de 2 vías 90° durante 10 segundos, cerrar y buscar fugas. (4)
- Desconectar la manguera de carga del obús de carga y abrir las dos válvulas (2 y 3 vías) hasta el tope sin forzarlas. (1) (4)
- Poner los tapones de las válvulas y del obús de carga y apretar con las llaves de torsión. (5) y (6)
- Comprobar que no hay fugas alrededor de los tapones. (5) (6)

➤ **Precauciones**

- Seguir cuidadosamente las instrucciones de la bomba de vacío, adaptador de la bomba y analizador.
- Comprobar que la bomba de vacío tiene un nivel suficiente de aceite comprobando el indicador.

➤ **Traslado (tubería nueva)**

- Desinstalación de la unidad
- Recogida del refrigerante en la unidad exterior
- Es posible recoger el refrigerante en la unidad exterior empleando la función TEST RUN, incluso si la temperatura de la habitación es baja.
- Comprobar que las válvulas de 2 y 3 vías están completamente abiertas.
- Pulsar el botón TEST RUN en la unidad interior y dejar en funcionamiento durante 5-6 minutos. (modo TEST RUN)
- Parar la operación durante 3 minutos, entonces cerrar la válvula de 2 vías.

- Volver a pulsar el botón TEST RUN, mantener en funcionamiento durante 2-3 minutos, cerrar la válvula de 3 vías y después parar el equipo.
- Cerrar los tapones de las válvulas.
- Desinstalación de las unidades interior y exterior
- Desconectar las tuberías (líquido y gas) y poner tapones en todas las conexiones frigoríficas para evitar que puedan entrar impurezas.
- Desconectar los cables eléctricos de alimentación e interconexión.
- Retirar las unidades interior y exterior.
- Instalación de la unidad.
- Instalar la unidad usando tuberías frigoríficas nuevas. Seguir las instrucciones del apartado 10.4.1.

➤ **Sustitución de unidades (Utilizando tubería frigorífica existente)**

Para reemplazar un equipo de aire acondicionado por otro que funciona con R410A es muy recomendable sustituir las tuberías frigoríficas por otras nuevas.

La diferencia de aceites lubricantes entre el R22 y el R410A, e incluso entre diferentes equipos que funcionen con R410A de diferentes fabricantes, además de la diferencia de presiones de trabajo, hace completamente desaconsejable el aprovechamiento de las tuberías.

Si a pesar de ello se hace necesario aprovecharlas, deberá comprobarse que el grueso de pared de la tubería frigorífica se corresponde con la mostrada en la Tabla 10. Además, aunque el grosor sea adecuado, es necesario realizar un nuevo abocardado. Por otro lado, una gran cantidad aceite refrigerante se adhiere a las tuberías debido a la circulación del propio refrigerante. Si las tuberías se usan tal cual con R410A, la incompatibilidad de los aceites provocara averías. Por esta razón, debe limpiarse completamente el interior de la tubería, aunque esto es difícil y caro con la tecnología actual.

8.7.5.2 Compatibilidad entre refrigerantes (R410A y R 22)

Nunca cargue un equipo de R22 con el nuevo refrigerante R410A. El equipo no funcionaría correctamente, se estropearía y podría incluso reventar el circuito frigorífico. De forma similar, no cargue un equipo de R410A con R22. La reacción química entre el aceite que estén usado con el R410A y el cloro contenido en el R22 provocaría la degradación del aceite refrigerante y causaría averías.

➤ **Recarga de refrigerante**

Para realizar una recargase seguirá el siguiente procedimiento.

- Conectar la manguera de carga al obús de carga de la unidad exterior.
- Conectar la otra manguera al adaptador de la bomba de vacío. En este momento, abrir completamente las válvulas de 2 y 3 vías.
- Abrir completamente el manómetro de baja (Lo) del analizador, poner en marcha la bomba de vacío y continuar el proceso de vacío durante una hora como mínimo.
- Comprobar que el manómetro de baja marca -0.1MPa (-76cmHg), entonces cerrar completamente el manómetro de baja y apagar la bomba. Esperar 1-2 minutos y comprobar que no pierde vacío. Ver Fig.13.
- Colocar la botella de refrigerante en la báscula electrónica, conectar la manguera a la botella y a la conexión de la báscula electrónica. (1)(2)

➤ **Precaución:**

Es necesario cargar con refrigerante líquido. Si se usan botellas con sifón interno, puede cargarse en fase líquida sin tener que girar la botella.

- Quitar la manguera del adaptador de la bomba y conectarla a la salida de la báscula electrónica. (2)(3)
- Abrir la válvula de la botella de refrigerante, luego abrir la válvula de carga de la báscula ligeramente y cerrarla. A continuación, presionar la válvula de chequeo del analizador para purgar el aire. (2)(4)

- Ajustar a cero la báscula electrónica, abrir la válvula de carga y luego el manómetro de baja para cargar con líquido. (2)(5)
- Si no se puede cargar la cantidad estipulada, poner en marcha la unidad en el modo refrigeración cargando poco refrigerante líquido cada vez (aprox. 150g cada vez). Si esta cantidad es insuficiente, esperar un minuto y repetir la operación.

➤ **Precaución:**

Nunca cargue grandes cantidades de refrigerante líquido por el lado de gas cuando la unidad esté en funcionamiento.

- Cerrar la válvula de carga, esperar que entre el refrigerante líquido de la manguera, cerrar completamente el manómetro de baja y parar la unidad. (2)(5)
- Quitar rápidamente la manguera del obús de carga de la válvula de 3 vías para evitar perder refrigerante.
- Tapar el obús de carga y las válvulas y comprobar que no hay fugas. (6)(7)

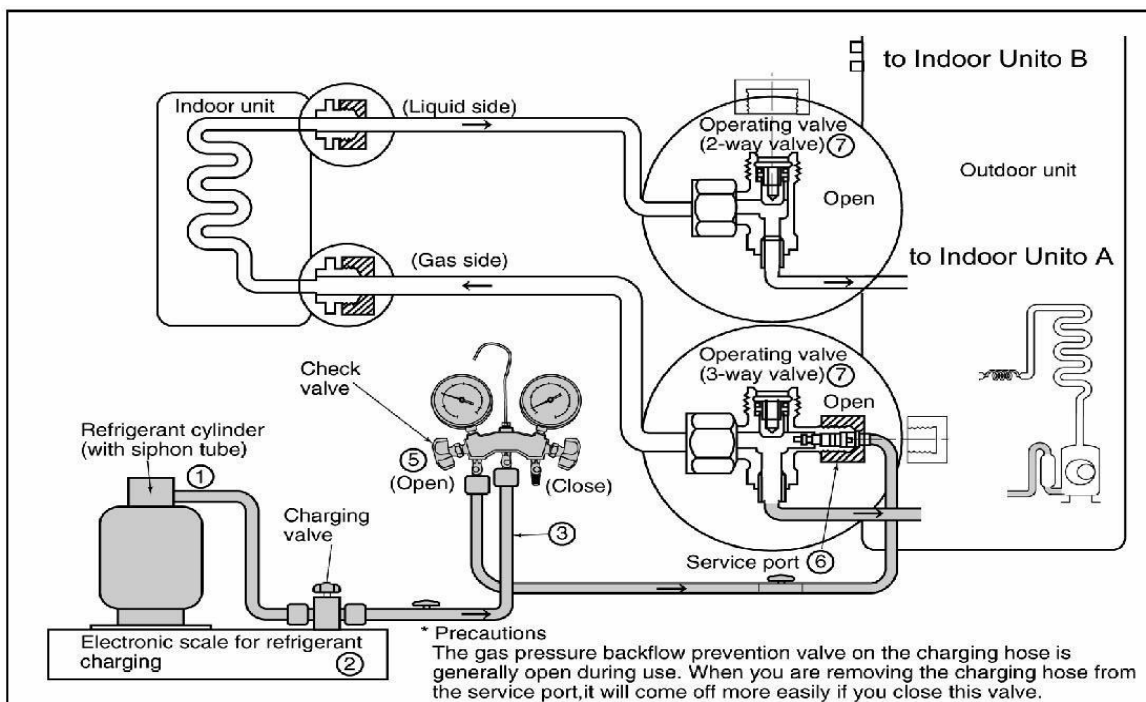


Fig. 13 Recarga de refrigerante

8.7.5.3 Soldadura

La soldadura debe realizarla por personal cualificado.

Para evitar la formación de una película de óxido en el interior de la tubería durante la soldadura, es recomendable dejar circular nitrógeno seco (N_2).

➤ Método de Soldadura para Evitar la Oxidación

- Conectar la válvula de reducción a la botella de nitrógeno.
- Sellar la abertura de la tubería por donde se inserta el nitrógeno para forzarlo a circular por la misma.
- Mantener el otro extremo de la tubería abierta mientras fluye el nitrógeno.
- Con la válvula reductora, ajustar el flujo de nitrógeno por debajo de $0,05 \text{ m}^3/\text{h}$ ó $0,02 \text{ MPa}$ (0.2 kgf/cm^2).
- Dejar el N_2 circulando durante la soldadura y hasta que la tubería se enfríe de forma que se pueda tocar.
- Limpiar totalmente los residuos de decapante después de soldar.

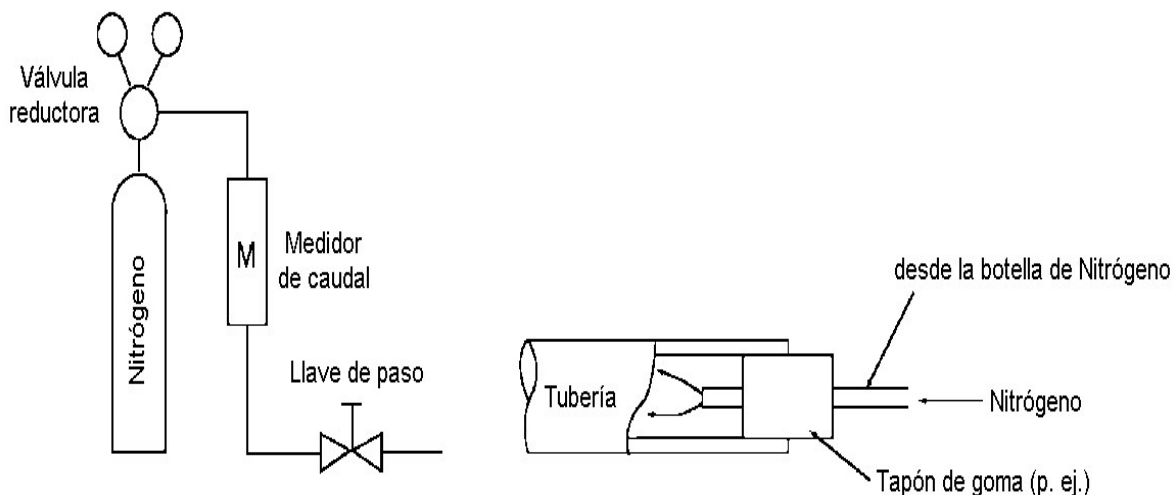


Fig. 14 Uso de Nitrógeno para prevenir la formación de óxido durante la soldadura

➤ **Precauciones durante la soldadura:**

- Precauciones generales.
 - La resistencia de la soldadura debe ser superior a la requerida.
 - Debe mantenerse estanca bajo presión.
 - Los materiales no deben dañarse por sobrecalentamiento.
 - Comprobar que la tubería no queda taponada por restos de soldadura o decapante.
 - La zona soldada no debe frenar o reducir el flujo de refrigerante
 - No debe haber corrosión en la zona de soldadura.

- Prevención de sobrecalentamientos.

Debido al calor, las caras interior y exterior de la tubería pueden oxidarse. Cuando la cara interior se oxida por culpa de un sobrecalentamiento, se forman escamas que quedan en el circuito frigorífico provocando una avería. Hay que realizar la soldadura de forma adecuada y aplicando el mínimo calor posible en la zona de soldadura.

- Protección contra sobrecalentamiento.

Hay que tomar medidas para proteger los componentes cercanos a la soldadura, como por ejemplo: una chapa metálica, trapos húmedos, protector absorbente contra llamas, etc.

- Movimientos durante la soldadura.

Evitar cualquier tipo de vibración durante la soldadura para prevenir posibles grietas y roturas.

- Prevención contra oxidaciones.

Para mejorar el efecto de la soldadura existen en el mercado una amplia gama de productos antioxidantes. Sin embargo, sus componentes son muy variados y alguno de ellos podría ser corrosivo con la tubería, afectar negativamente al HFC, al aceite lubricante, etc. Observar las máximas precauciones con el uso de antioxidantes.

8.7.5.4 Consejos de mantenimiento

Sustituir el secador siempre que se sustituya cualquier componente del circuito frigorífico. Sustituirlo siempre en último lugar e inmediatamente después de sacarlo de su embalaje. El secador se suministra envasado al vacío. Después de soldarlo realizar un vacío de al menos dos horas. Sustituir, también, el secador cuando el refrigerante se haya perdido por completo por fuga.

Normas de seguridad para la instalación eléctrica inicial

- Si hay un problema grave de seguridad relativo al suministro eléctrico, los técnicos deberán negarse instalar la unidad de aire acondicionado y le explicarán al cliente que la unidad se instalará cuando se resuelva el problema.
- El voltaje debe estar dentro del rango de 90 a 110% del voltaje especificado.
- Asegúrese de que la unidad de aire acondicionado esté bien conectada a tierra.
- Todo el cableado deberá cumplir con los reglamentos eléctricos locales y nacionales y deberá ser instalado por técnicos calificados.

Instalación del transformador

Se instalara un transformador de energía para suministrar electricidad a los sistemas de climatización y abastecer el edificio Julio Padilla.

Este banco transformador que se instalara es de 150 KVA, con dos transformadores de 75 KVA respectivamente, debido a que el edificio tiene una demanda de 25.309 KW (31.363 KVA) y al instalarle un sistema de climatización su demanda será de 93.8 KVA tomando en cuenta el factor de arranque como medida de seguridad en caso de que todas la unidades arranquen simultáneamente.

El banco transformador será trifásico, la acometida eléctrica que llegara hasta el panel de climatización será de un conductor calibre **AWG/MCM 350** (ver anexo 5

pág. 208) con capacidad de 286 Amps acoplado en el panel conectado a un main breaker de 300 Amps con 12 breakers de 30 Amps, cada breakers alimentara una unidad de climatización se utilizaran conductores eléctricos calibre **AWG 10** con capacidad de resistir 30 Amps

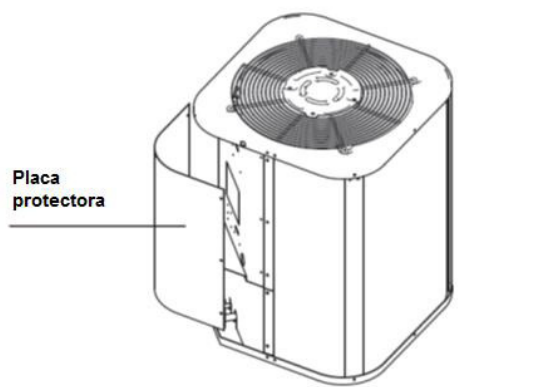
Conexión eléctrica de las unidades de refrigeración

- Este equipo deberá ser instalado de conformidad con las regulaciones eléctricas nacionales.
- El equipo de aire acondicionado deberá utilizar una fuente de alimentación independiente de la tensión adecuada.
- La fuente de alimentación externa del equipo de aire acondicionado deberá tener conexión a tierra, la cual estará conectada a la toma de tierra de las unidades interior y exterior.
- Las conexiones eléctricas deberán ser establecidas por personal cualificado de acuerdo con el esquema eléctrico.
- De acuerdo con la normativa nacional, debe instalarse en el cableado fijo un dispositivo de desconexión con una separación mínima de 3 mm en todos los polos y un dispositivo diferencial residual (DDR) de más de 10 mA.
- Asegúrese de colocar correctamente el cableado de alimentación y el cableado de transmisión de señales para evitar interferencias.
- No encienda el equipo si no ha comprobado bien las conexiones eléctricas.

- El tipo de calibre del conductor de fase de la acometida entre el banco de transformador y el panel es de **AWG/MCM 350** (ver anexo 5 pág. 208) cuya capacidad del conductor es de 280 A.

Conexión del cable

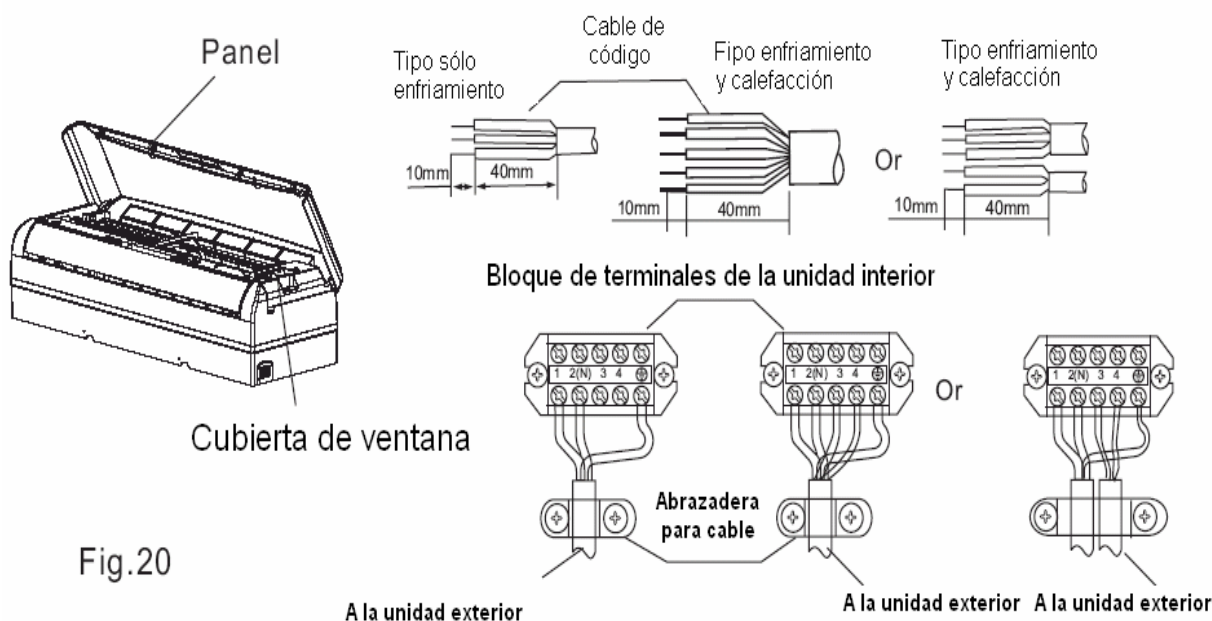
- Desmonte los pernos de la cubierta. (Si no hay cubierta en la unidad exterior, desmonte los pernos del cuadro de mantenimiento, y empújelo en la dirección de la flecha para retirar la placa protectora).
- Conecte los cables de conexión a las terminales, haciéndolas corresponder con sus respectivos números que encontrará en los tableros de bornes de las unidades interior y exterior.
- Vuelva a instalar la tapa o placa de protección.
- El circuito refrigerante está muy caliente; mantenga el cable de interconexión alejado del tubo de cobre.



Conecte el cable a la unidad interior

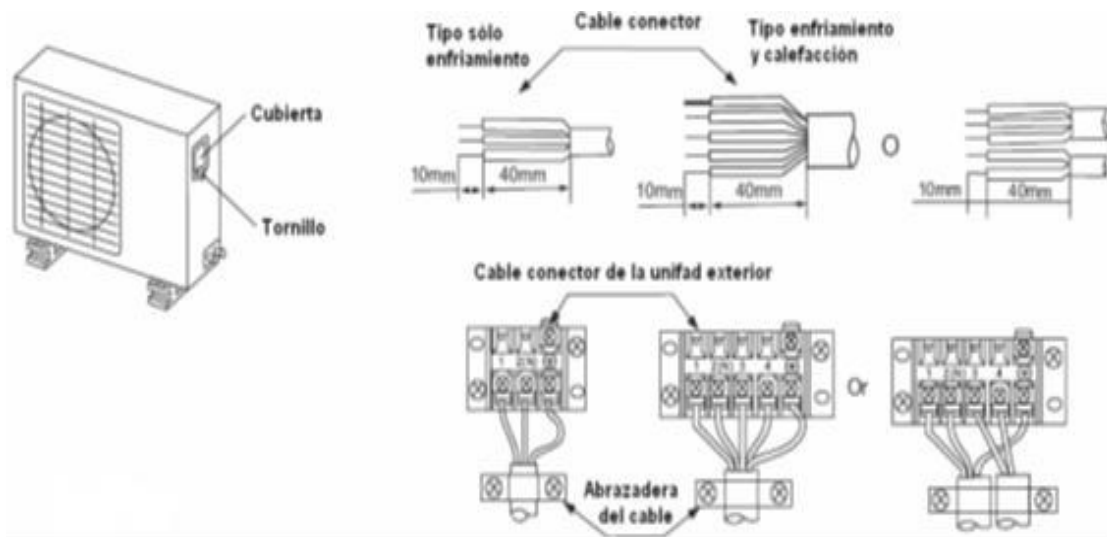
- El cable de conexión Interior / Exterior debe ser tipo H07RN-F.
- Levante el panel de la unidad interior y retire el tornillo, luego retire la cubierta de la ventana.
- Conecte los cables de acuerdo con sus marcas a las terminales.

- Envuelva con cinta aislante los cables que no están conectados con las terminales, de manera que no toquen ningún componente eléctrico.



Conecte el cable a la unidad exterior

- Retire la cubierta de las partes eléctricas de la unidad exterior.
- Conecte los cables de conexión a las terminales identificadas con sus respectivos números en el bloque de terminales de las unidades interior y exterior.
- Para evitar la entrada de agua, forme un bucle con el cable conector como se ilustra en el diagrama de instalación de las unidades interior y exterior.
- Aísle los cables (conectores) que no se usen con cinta PVC. Protéjalas de manera que no toquen ninguna parte eléctrica o metálica.



Para evitar la sensación de fluctuación durante el arranque del compresor (proceso técnico), siga las siguientes directrices en la instalación:

- La conexión eléctrica del aire acondicionado debe hacerse a la red principal eléctrica. La distribución debe ser de baja impedancia. Normalmente el amperaje de fusión necesario es de 32 A.
- No conecte ningún otro aparato a esta línea de alimentación.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

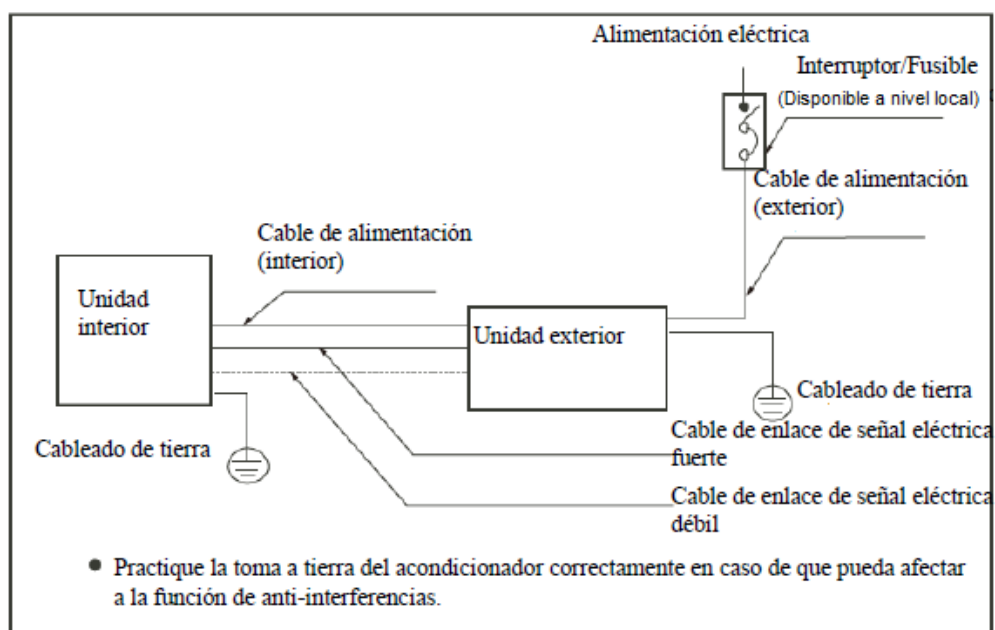
- La prueba de funcionamiento deberá realizarse una vez terminada toda la instalación.
- Por favor, compruebe los puntos siguientes antes de realizar la prueba de funcionamiento:
 - La unidad interior y la unidad exterior están correctamente instaladas.
 - Los tubos y el cableado están colocados correctamente.
 - Se ha comprobado la existencia de fugas en el sistema de tubos del refrigerante.

- El desagüe no tiene obstrucciones.
 - El aislamiento térmico funciona correctamente.
 - La toma de tierra está bien conectada.
 - Se ha considerado la longitud de los tubos y la capacidad de almacenamiento adicional de refrigerante.
 - La tensión de alimentación se corresponde con la especificada para el equipo de aire acondicionado.
 - No hay ningún obstáculo ni en la entrada ni en la salida de aire de las unidades exterior e interior.
 - Están abiertas las llaves de paso del lado del gas y del lado del líquido.
 - Se ha encendido el equipo de aire acondicionado para precalentarlo.
- Siga las indicaciones del usuario e instale el soporte del control remoto en un lugar donde la señal del control remoto llegue sin problemas a la unidad interior.
- Prueba de funcionamiento
- Seleccione el modo “REFRIGERACIÓN” con el control remoto y compruebe los puntos siguientes. Si se produce algún error de funcionamiento, por favor busque una solución en la sección “Solución de problemas” del “Manual de usuario”.
- La unidad interior
- El interruptor del control remoto funciona correctamente.
 - Los botones del control remoto funcionan correctamente.
 - Las aspas que dirigen el flujo de aire se mueven sin problemas.
 - La temperatura de la sala se ajusta bien.
 - La luz indicadora se enciende correctamente.
 - Los botones del temporizador funcionan correctamente.
 - El desagüe funciona correctamente.

- Se producen vibraciones o ruidos anómalos durante el funcionamiento
- El aparato calienta correctamente en el caso de los equipos de CALOR/FRÍO.

➤ La unidad exterior

- Se producen vibraciones o ruidos anómalos durante el funcionamiento.
- El aire, el ruido o la condensación generada por el equipo de aire acondicionado han ocasionado molestias a los vecinos.
- Hay fugas de refrigerante.



Nota:

Todas las imágenes que aparecen en este plan de instalación se incluyen únicamente a modo explicativo. Pueden ser ligeramente distintos del aire acondicionado que se adquiriera.

IX. CONCLUSIONES

El enfoque planteado para la presentación de estas conclusiones es el de relacionarlas con los objetivos iniciales del proyecto, y con las líneas de mejora que permitirían alcanzar la excelencia en el proceso de diseño de los sistemas de climatización. Este tipo de diseño constituye cálculos complejos con el menor margen de error posible para dar mayor solución a la problemática. Por ello se creó un diseño que sea lo más fiable posible con respecto a un estudio técnico económico ambiental.

Como se ha podido ver a lo largo de este estudio, hay aspectos muy diversos a tratar para conseguir un diseño apropiado de climatización.

1. Lo primero que se realizó en este estudio fue el censo de carga del edificio, donde se muestra como estaba distribuida la red eléctrica dentro de este edificio e identificar cual consumidor es el que demandaba mayor cantidad de energía eléctrica, de igual forma se identificó el número de banco de transformador que alimenta a este edificio el cual corresponde al número nueve y que actualmente se encuentra funcionando con el 93% de su capacidad de diseño.

Al concluir el censo de carga se determinó un consumo mensual de energía de 3,839.7 KW/mes y que la demanda de potencia de energía es de 25.309 KW.

2. En segundo lugar se procedió al cálculo de carga térmica de enfriamiento el cual lleva un riguroso y minucioso procedimiento, el que utilizó para recopilar los datos necesarios para actuar posteriormente a la selección de los equipos adecuados tomando en cuenta los parámetros de eficiencia energética tecnología y viabilidad tanto económica como ambiental.
3. Los datos obtenidos en este estudio dieron como resultado promedio 34,870.12 Btu/h, este promedio se extrae de la carga térmica de las 12 aulas de clases, la planta baja del edificio está en el rango de valor promedio mientras que las aulas de la planta alta la carga térmica es mayor, teniendo en cuenta este dato, se ejecutó la selección de equipos, evaluando que el equipo

que se seleccione debe de tener una capacidad suficiente para neutralizar esta carga térmica.

Se seleccionó un equipo cuya capacidad es de 48,000 Btu/h la cual es capaz de satisfacer las cargas de calor sensible y latente que han sido estimadas en los cálculos.

4. Se ha elaborado un plan de instalación de quipos con el fin de que los equipos queden instalados en el mejor sitio posible, para que estos funcionen de una manera óptima y tengamos un mejor rendimiento. Estos equipos evaporadora estarán instalados en la pared oeste interior de cada sección y la condensadora en las pared norte en el pabellón norte y pared sur en el pabellón sur respectivamente, con el fin de que la distancia entre ambos sea la mínima, evitando de esta manera la perdida de enfriamiento producido por la distancia.
5. Sin omitir la viabilidad con el medio ambiente, cabe resaltar que el equipo seleccionado cuenta con la tecnología inverter y que el refrigerante que usa estas unidades es R-410a el cual es amigable con el medio ambiente ya que no contiene cloro, que daña la capa de ozono terrestre y produce el mínimo daño a nuestro medio ambiente. Con la tecnología inverter en estos equipos estamos ahorrando en lo que es el consumo de energía eléctrica, lo cual nos beneficia en el aspecto económico debido a que la tecnología Inverter adapta la velocidad del compresor a las necesidades de cada momento, permitiendo consumir únicamente la energía necesaria lo que traducimos en una significativa reducción tanto del ruido como del consumo de energía.

La inversión total estimada para llevar a cabo este proyecto es de C\$ 1,000,806.00 este costo incluye lo que es la compra de equipos e instalación del mismo. No incluye acometidas eléctricas, ni obras civiles, si la instalación excede la distancia ofertada esta será cobrada adicionalmente.

Cabe resaltar que este proyecto es de acción social y no es necesario hacer un estudio en el cual se pueda determinar en cuanto tiempo se recuperaría el capital invertido.

X. RECOMENDACIONES:

- El banco de transformador número nueve cuenta con una capacidad de potencia de diseño instalada de 225 KVA y la potencia actual demandada es de 207 KVA, lo que indica que el banco de transformador está funcionando con el 93% de su capacidad de diseño, al instalar los sistemas de climatización en el edificio Julio Padilla la demanda de potencia aumenta provocando que este banco de transformador no satisfaga la demanda de potencia, por lo que se recomienda instalar un nuevo banco de transformador de 150 KVA con el fin de reducir la carga que tiene instalado el banco número nueve e independizar el edificio Julio Padilla para que los equipos que están instalados en el edificio no sufran algún daño debido a fallas eléctricas.
- Sustituir el sistema de iluminación por un sistema que sea más eficiente y económico.
- El aire acondicionado se debe utilizar de forma adecuada para conseguir una atmósfera idónea en cuanto a las condiciones de temperatura.
- Diferencias bruscas de temperatura (mayores de 10-12°C) pueden ocasionar problemas de salud. La temperatura ideal para el cuerpo humano oscila entre los 20°C en invierno y los 25°C en verano, siendo recomendable que el equipo garantice la estabilidad de la temperatura aconsejada.
- Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos, entre los mantenimientos preventivos están: limpieza de filtros, revisión de carga de refrigerante, chequeo de circuito de fuerza y control, medición de corriente de motores, chequeo termostato, revisión de niveles de ruido, prueba de funcionamiento, lavado de unidad condensadora con un líquido

desengrasante especial para equipos de aire acondicionado. Los mantenimientos correctivos que se pueden realizar son: llenado de líquido refrigerante, cambio de conductos en el sistema, cambio de componentes en el sistema (compresor, condensador, válvula de expansión, sensores, etc.)

XI. ANEXO

XI. Anexo

Anexos 1: Cálculos de la carga térmica de enfriamiento.

Anexos 1.1: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1028.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	184.92	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^{\circ}f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}f) (184.92 \text{ ft}^2) (23^{\circ}f)$$

$$Q = 1,701.26 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	116.25	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38^{\circ}f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}f) (116.25 \text{ ft}^2) (38^{\circ}f)$$

$$Q = 1,767 \text{ Btu/h}$$

Pared Este.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	159.30	33	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(33 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 32 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\text{°f}}) (159.30 \text{ ft}^2) (32 \text{ °f})$$

$$Q = 2,039.04 \text{ Btu/h}$$

Pared Oeste.

En este caso la pared oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Sur.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
45	116.25	1	0.57

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (45 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.57)$$

$$Q = 2,981.81 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

En este caso porque es un edificio de dos plantas la ganancia de calor entre piso se desprecia porque ambas plantas (alta y baja) estarán climatizadas a la misma temperatura de confort

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Norte

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(21 + 2) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (23 \text{ °f})$$

$$Q = 415.67 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2,047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANANCIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(460.47) + (0.59)(116.25)}{78.48}$$

$$K = 3.22$$

$$F_c = 1 - 0.2 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.2)(3.22)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 27,553.07 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 826.59 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 28,379.66 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 2,837.97 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.2: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1029.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	184.92	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^\circ f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ f}) (184.92 \text{ ft}^2) (23^\circ f)$$

$$Q = 1,701.26 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	116.25	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38^\circ f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ f}) (116.25 \text{ ft}^2) (38^\circ f)$$

$$Q = 1,767 \text{ Btu/h}$$

Pared Este y Oeste.

En este caso la pared este y oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de estas paredes se consideran despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Sur.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
45	116.25	1	57

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (45 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.57)$$

$$Q = 2,981.81 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

En este caso porque es un edificio de dos plantas la ganancia de calor entre piso se desprecia porque ambas plantas (alta y baja) estarán climatizadas a la misma temperatura de confort

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Norte

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_C = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(21 + 2) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (23 \text{ °f})$$

$$Q = 415.67 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_S + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANANCIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANANCIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.2 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(300.25) + (0.59)(116.25)}{59.06}$$

$$K = 3.19$$

$$F_c = 1 - 0.2 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.19)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 25,656.76 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 769.70 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 26,426.46 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 2,642.65 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.3: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1030.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	184.92	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_C = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$DTCE_C = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_C = 23^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_C$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}\text{f}) (184.92 \text{ ft}^2) (23^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 1,701.26 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.34	116.25	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^2\text{ }^{\circ}\text{f}) (116.25 \text{ ft}^2) (38 \text{ }^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 1,767 \text{ Btu/h}$$

Pared Este.

En este caso la pared este se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Pared Oeste.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	159.30	27	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(27 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 26 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^2\text{ }^{\circ}\text{f}) (159.30 \text{ ft}^2) (26 \text{ }^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 1,659.72 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Sur.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
45	116.25	1	57

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (45 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.57)$$

$$Q = 2,981.81 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

En este caso porque es un edificio de dos plantas la ganancia de calor entre piso se desprecia porque ambas plantas (alta y baja) estarán climatizadas a la misma temperatura de confort

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(21 + 2) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (23 \text{ °f})$$

$$Q = 415.67 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480w) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANACIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.2 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(460.47) + (0.59)(116.25)}{79.29}$$

$$K = 3.18$$

$$F_c = 1 - 0.2 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.2)(3.18)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 28,495.61 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 854.87 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 28,819.18 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 2,881.92 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.4: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1031.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	116.25	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^{\circ}f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}f) (116.25 \text{ ft}^2) (23^{\circ}f)$$

$$Q = 1,069.50 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	184.92	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$
$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}\text{f}) (184.92 \text{ ft}^2) (38 \text{ }^{\circ}\text{f})$$
$$Q = 2,810.84 \text{ Btu/h}$$

Pared Este.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	152.95	33	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$
$$= [(33 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$
$$DTCE_c = 32 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$
$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}\text{f}) (152.95 \text{ ft}^2) (32 \text{ }^{\circ}\text{f})$$
$$Q = 1,957.76 \text{ Btu/h}$$

Pared Oeste.

En este caso la pared oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Norte.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
39	116.25	1	0.73

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (39 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.73)$$

$$Q = 3,309.63 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

En este caso porque es un edificio de dos plantas la ganancia de calor entre piso se desprecia porque ambas plantas (alta y baja) estarán climatizadas a la misma temperatura de confort

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (38 \text{ °f})$$

$$Q = 686.76 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480w) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANACIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(454.12) + (0.59)(116.25)}{78.48}$$

$$K = 3.18$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.18)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} \times 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 28,436.63 \text{ Btu/h} \times 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 853.09 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} \times 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 29,289.72 \times 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 2,928.97 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.5: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1032.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	116.25	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^\circ f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ f}) (116.25 \text{ ft}^2) (23^\circ f)$$

$$Q = 1,069.50 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	184.92	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38^\circ f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ f}) (184.92 \text{ ft}^2) (38^\circ f)$$

$$Q = 2,810.84 \text{ Btu/h}$$

Pared Este Oeste.

En este caso la pared este y oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de estas paredes se consideran despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Norte.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
39	116.25	1	0.73

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (39 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.73)$$

$$Q = 3,309.63 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

En este caso porque es un edificio de dos plantas la ganancia de calor entre piso se desprecia porque ambas plantas (alta y baja) estarán climatizadas a la misma temperatura de confort

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (38 \text{ °f})$$

$$Q = 686.76 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590\text{Btu/h} + 9,500\text{Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANACIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(301.17) + (0.59)(116.25)}{59.06}$$

$$K = 3.20$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.20)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 26,615.91 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 798.47 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 27,414.38 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 2,741.44 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.6: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1033.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	116.25	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^\circ f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ f}) (116.25 \text{ ft}^2) (23^\circ f)$$

$$Q = 1,069.50 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	184.92	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\text{°f}}) (184.92 \text{ ft}^2) (38 \text{ °f})$$

$$Q = 2,810.84 \text{ Btu/h}$$

Pared Este.

En este caso la pared oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Pared Oeste.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	152.95	27	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(27 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 26 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ\text{f}}) (152.95 \text{ ft}^2) (26 \text{ }^\circ\text{f})$$

$$Q = 1590.68 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Norte.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
39	116.25	1	0.73

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (39 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.73)$$

$$Q = 3,309.63 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

En este caso porque es un edificio de dos plantas la ganancia de calor entre piso se desprecia porque ambas plantas (alta y baja) estarán climatizadas a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ }^\circ\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (38 \text{ }^\circ\text{f})$$

$$Q = 686.76 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANACIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(454.12) + (0.59)(116.25)}{79.30}$$

$$K = 3.15$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.15)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} \times 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 28,095.24 \text{ Btu/h} \times 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 842.85 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 28,938.09 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 2,893.81 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.7: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1034.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	221.73	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^\circ f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ f}) (221.73 \text{ ft}^2) (23^\circ f)$$

$$Q = 2,039.91 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	149.18	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}\text{f}) (149.18 \text{ ft}^2) (38 \text{ }^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 2,267.53 \text{ Btu/h}$$

Pared Este.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	181.91	33	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(33 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 32 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}\text{f}) (181.91 \text{ ft}^2) (32 \text{ }^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 2,328.44 \text{ Btu/h}$$

Pared Oeste.

En este caso la pared oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Sur.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
45	116.25	1	57

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (45 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.57)$$

$$Q = 2,981.81 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.092	602.58	71	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(71+ (-1))1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 70 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.092 \text{ Btu/h}) (602.58 \text{ ft}^2) (70 \text{ }^{\circ}\text{F})$$

$$Q = 3,880.61 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(21 + 2) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (23 \text{ }^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 415.67 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_S + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANANCIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANANCIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(552.82) + (0.59)(116.25)}{79.29}$$

$$K = 3.65$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.65)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 32,2.63 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 966.34 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 33,177.97 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 3,317.80 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.8: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1035.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	221.73	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_C = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$DTCE_C = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_C = 23^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ\text{f}}) (221.73 \text{ ft}^2) (23 \text{ }^\circ\text{f})$$

$$Q = 2,039.91 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	149.18	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ }^\circ\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ\text{f}}) (149.18 \text{ ft}^2) (38 \text{ }^\circ\text{f})$$

$$Q = 2,267.53 \text{ Btu/h}$$

Pared Este y Oeste.

En este caso la pared este y oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de estas paredes se consideran despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Sur.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
45	116.25	1	57

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (45 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.57)$$

$$Q = 2,981.81 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.092	602.58	71	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(71+(-1))1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 70 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.092 \text{ Btu/h}) (602.58 \text{ ft}^2) (70 \text{ }^{\circ}\text{F})$$

$$Q = 3,880.61 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(21 + 2) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (23 \text{ }^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 415.67 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANANCIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(370.91) + (0.59)(116.25)}{59.06}$$

$$K = 3.67$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.67)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{\text{T Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 30,046.18 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 901.38 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 30,947.56 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 3,094.76 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.9: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1036.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	221.73	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}\text{f}) (221.73 \text{ ft}^2) (23^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 2,039.91 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	149.18	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\text{°f}}) (149.18 \text{ ft}^2) (38 \text{ °f})$$

$$Q = 2,267.53 \text{ Btu/h}$$

Pared Este.

En este caso la pared oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Pared Oeste.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	181.91	27	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(27 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 26 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}\text{f}) (181.91 \text{ ft}^2) (26 \text{ }^\circ\text{f})$$

$$Q = 1,891.86 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Sur.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
45	116.25	1	57

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (45 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.57)$$

$$Q = 2,981.81 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.092	602.58	71	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(71+ (-1))1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 70 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.092 \text{ Btu/h}) (602.58 \text{ ft}^2) (70 \text{ }^\circ\text{F})$$

$$Q = 3,880.61 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(21 + 2) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (23 \text{ °f})$$

$$Q = 415.67 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480w) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
q _s	q _L	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANANCIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(552.82) + (0.59)(116.25)}{79.29}$$

$$K = 3.65$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.65)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 31,805.6 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 954.16 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 32,759.77 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 3,275.98 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.10: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1037.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	149.18	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ\text{f}}) (149.18 \text{ ft}^2) (23 \text{ }^\circ\text{f})$$

$$Q = 1,372.45 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	221.73	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ }^\circ\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ\text{f}}) (221.73 \text{ ft}^2) (38 \text{ }^\circ\text{f})$$

$$Q = 3,370.29 \text{ Btu/h}$$

Pared Este.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	174.59	33	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(33 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 32 \text{ }^\circ\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ\text{f}}) (174.59 \text{ ft}^2) (32 \text{ }^\circ\text{f})$$

$$Q = 2,234.75 \text{ Btu/h}$$

Pared Oeste.

En este caso la pared oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Norte.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
39	116.25	1	0.73

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (39 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.73)$$

$$Q = 3,309.63 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.092	597.71	70	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(71 + (-1))1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 70 \text{ °F}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.092 \text{ Btu/h}) (597.71 \text{ ft}^2) (70 \text{ °F})$$

$$Q = 3,849.25 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (38 \text{ °f})$$

$$Q = 686.76 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas

DATOS			
q _s	q _L	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANACIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(545.5) + (0.59)(116.25)}{78.47}$$

$$K = 3.65$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.65)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 33,076.13 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 992.28 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 34,068.41 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 3,406.84 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.11: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1038.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	149.18	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$DTCE_c = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^{\circ}f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}f) (149.18 \text{ ft}^2) (23^{\circ}f)$$

$$Q = 1,372.45 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	221.73	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_o-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38^{\circ}f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}f) (221.73 \text{ ft}^2) (38^{\circ}f)$$

$$Q = 3,370.29 \text{ Btu/h}$$

Pared Este y Oeste.

En este caso la pared este y oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de estas paredes se

consideran despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Norte.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
39	116.25	1	0.73

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (39 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.73)$$

$$Q = 3,309.63 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.092	597.71	70	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(71 + (-1))1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 70 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.092 \text{ Btu/h}) (597.71 \text{ ft}^2) (70 \text{ }^{\circ}\text{F})$$

$$Q = 3,849.25 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (38 \text{ °f})$$

$$Q = 686.76 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
q _s	q _L	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_l \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANACIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$

$$K = \frac{(0.40)(370.91) + (0.59)(116.25)}{59.06}$$

$$K = 3.67$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$F_c = 1 - (0.02)(3.67)$$

$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 31,560.35 \text{ Btu/h} * 3\%$$

$$Q_{\text{infiltracion}} = 946.81 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 32,507.16 * 10\%$$

$$F_{\text{seguridad}} = 3,250.72 \text{ Btu/h}$$

Anexos 1.12: Calculo de carga térmica de enfriamiento Aula 1039.

Calculo de carga térmica por paredes.

Pared Norte.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	149.18	21	2	1	77	84	1

$$DTCE_C = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$DTCE_C = [(21 + 2)1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 23^{\circ}f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}f) (149.18 \text{ ft}^2) (23^{\circ}f)$$

$$Q = 1,372.45 \text{ Btu/h}$$

Pared Sur.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	221.73	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE+LM) K + (78-T_R) + (T_O-85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38^{\circ}f$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\circ}f) (221.73 \text{ ft}^2) (38^{\circ}f)$$

$$Q = 3,370.29 \text{ Btu/h}$$

Pared Este.

En este caso la pared oeste se encuentra entre medio de dos áreas que van a estar climatizadas por lo que la ganancia de calor de esta pared se considera despreciable debido a que ambas áreas van a estar a la misma temperatura de confort.

Pared Oeste.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.40	174.59	27	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(27 + (-1)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 26 \text{ °f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$= (0.40 \text{ Btu/h.ft}^{2\text{°f}}) (174.59 \text{ ft}^2) (26 \text{ °f})$$

$$Q = 1,815.73 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por ventanas.

Ventana Norte.

DATOS			
FGCS	A	Cs	Fce
39	116.25	1	0.73

$$Q = FGCS \times A \times Cs \times Fce$$

$$Q = (39 \text{ Btu/h.ft}^2) (116.25 \text{ ft}^2) (1) (0.73)$$

$$Q = 3,309.63 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por techo.

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.092	597.71	70	-1	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(71 + (-1))1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 70 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.092 \text{ Btu/h}) (597.71 \text{ ft}^2) (70 \text{ }^{\circ}\text{F})$$

$$Q = 3,849.25 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por puertas.

Puerta Sur

DATOS							
U	A	DTCE	LM	K	T _R	T _O	F
0.38	47.56	45	-7	1	77	84	1

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) K + (78 - T_R) + (T_O - 85)] f$$

$$= [(45 + (-7)) 1 + (78 - 77) + (84 - 85)] 1$$

$$DTCE_c = 38 \text{ }^{\circ}\text{f}$$

$$Q = U \times A \times DTCE_c$$

$$Q = (0.38 \text{ Btu/h}) (47.56 \text{ ft}^2) (38 \text{ }^{\circ}\text{f})$$

$$Q = 686.76 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por iluminación.

DATOS		
W	FB	FCE
480	1.25	1

$$Q = 3.412 \times W \times FB \times FCE$$

$$Q = 3.4 (480\text{w}) (1.25 \text{ ft}^2) (1)$$

$$Q = 2047.2 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por personas.

DATOS			
qs	qL	FCE	N
230	190	0.66	50

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Q_s = (230 \text{ Btu}) (50) (0.66)$$

$$Q_s = 7,590 \text{ Btu/h}$$

$$Q_L = q_L \times n$$

$$Q_L = (190 \text{ Btu}) (50)$$

$$Q_L = 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 7,590 \text{ Btu/h} + 9,500 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = 17,090 \text{ Btu/h}$$

Calculo de carga térmica por equipos eléctricos.

La ganancia de calor debido a equipos se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS ELECTRICOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	GANACIA DE CALOR (BTU/H)
VIDEO PROYECTOR EB-1430Wi	1	245	835.94
GANANCIA DE CALOR TOTAL			835.94

Transferencia de calor a los alrededores

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$

$$K = \frac{(U_w \times A_w + U_g \times A_g)}{L}$$
$$K = \frac{(0.40)(448.76) + (0.59)(116.25)}{78.47}$$
$$K = 3.16$$

$$F_c = 1 - 0.02 \times K$$
$$F_c = 1 - (0.02)(3.16)$$
$$F_c = 0.93$$

Calculo de carga térmica por infiltración.

$$Q_{\text{infiltracion}} = Q_{T \text{ Recinto}} * 3\%$$
$$Q_{\text{infiltracion}} = 32,513.62 \text{ Btu/h} * 3\%$$
$$Q_{\text{infiltracion}} = 975.40 \text{ Btu/h}$$

Factor de seguridad para la carga térmica.

$$F_{\text{seguridad}} = Q_{\text{total}} * 10\%$$
$$F_{\text{seguridad}} = 33,489.02 * 10\%$$
$$F_{\text{seguridad}} = 3,348.90 \text{ Btu/h}$$

Anexos 2: Tablas de refrigeración.

CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA EXTERIOR.

TABLA A.1. DIFERENCIA DE TEMPERATURA PARA CARGA DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA
CALCULAR CARGAS A TECHO PLANO 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² °F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	65	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	25	25
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	53 (54)	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in	77 (77)	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19 (20)	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory.

TABLA A.2. DIFERENCIA DE TEMPERATURA PARA CARGA DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CÁLCULO DE CARGA DE PAREDES.

AL SOL, 1ºF

	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE	
Latitud norte, orientación de pared	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Paredes grupo A																													
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4	
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5	
E	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7	
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	24	24	24	24	24	24	24	22	18	24	6	
S	20	20	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	20	23	14	20	6	
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	24	17	25	8	
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9	
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7	
Paredes grupo B																													
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	9	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7	
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20	21	12	21	9	
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12	
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24	21	14	26	12	
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21	23	11	22	11	
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	13	28	15	
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16	
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	11	23	12	
Paredes grupo C																													
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10	
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13	
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18	
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17	
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	12	14	17	20	22	24	25	26	25	24	22	20	9	26	17	
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	22	11	33	22	
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	33	33	22	12	35	23	
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26	22	10	27	17	
Paredes grupo D																													
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8	10	12	13	15	17	18	19	19	18	-16	21	6	19	13	
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	7	25	18	
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	16	8	33	25	
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	31	30	28	26	24	22	20	17	8	32	24	
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23	
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	37	34	31	28	21	8	38	30	
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32	
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25	
Paredes grupo E																													
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19	
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	16	4	26	22	
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	13	5	38	33	
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	5	37	32	
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	17	3	34	31	
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40	
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43	
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33	
Paredes grupo F																													
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23	
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	11	1	30	29	
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43	
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41	
S	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	1	39	38	
SW	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	51	
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57	
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	44	
Paredes grupo G																													
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27	
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	27	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40	
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	21	15	12	10	8	6	10	-1	55	56	
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52	41	
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47	
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	35	40	39	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63	
W	6	5	3	2	1	0	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71	
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55	

TABLA A.3. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DE CONSTRUCCIÓN DE PAREDES.

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/(h-ft ² -°F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft ² -°F)
Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)				
	C Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
	D Ladrillo común de 4 in.	90	0.415	18.4
	C Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
	B Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
	B Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
	A Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)				
	C Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
	B Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
	A Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)				
	E Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
	D Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
	D Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
	C Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
	B Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)				
	D Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
	D Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
	C Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
	C Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
	B Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
	A Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
Pared de concreto pesado + (acabado)				
	E Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
	D Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
	C Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
	C Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
	B concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
	A Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
	E Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
	A Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
	F Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
	E Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
	E Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
	D Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
Azulejo de barro + (acabado)				
	F Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
	F Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
	E Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
	D Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
	D Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
	C Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
	B Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
Pared de lámina (cortina metálica)				
	G Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
Pared de bastidor				
	G Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

Reproducido con permiso de 1985 Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory

TABLA A.4. CORRECCIÓN DE LA DTCE POR LATITUD Y MES, PARA APLICAR A PAREDES Y TECHOS,
LATITUD NORTE °F

Latitud	Mes	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HORA
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	-0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	-0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Abr/Ago	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	May/Jul	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dic	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Abr/Ago	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dic	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Abr/Ago	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1

Reproducido con permiso del 1979 ASHRAE Load Calculations Manual

TABLA A.5. RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIO FACTORES DE GANANCIA MÁXIMA DE CALOR SOLAR PARA VIDRIO. BTU/H-FT², LATITUD NORTE.

0 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/			
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

16 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/			
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR
En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

8 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/			
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

24 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/			
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR
En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	237	199

TABLA A.6. FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO PARA VIDRIO SIN SOMBREADO INTERIOR (INCLUYE VIDRIO REFLECTOR Y ABSORBENTE DE CALOR).

Latitud norte. Ventana viendo hacia el recinto	Hora solar, h																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
N	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.80	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.52	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.45	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.55	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.43	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.53	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13
HORA	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.55	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

L = construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.
M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.
H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.

L = construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.
M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.
H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.

TABLA A.7. FACTOR DE CALOR SENCIBLE PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO DEBIDO A PERSONAS.

Horas totales en el recinto		Horas después de cada entrada al recinto																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21

Reproducido con permiso de 1985 Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory.

TABLA A.8. RESISTENCIA DE MATERIALES AISLANTES Y DE COSNTRUCCION

DESCRIPCION	DENSIDAD lb/t	resistencia	
		por pulgadas	por espesor nominal
TABLERO			
Tableros, paneles, contrapiso recubrimientos			
productos de tabal de madera			
tablero de asbesto cemento.....	120	0.25	
tablero de asbesto cemento.....0.125 in	120		0.03
tablero de asbesto cemento.....0.25 in	120		0.06
tablero de yeso.....0.375in	50		0.32
tablero de yeso.....0.5 in	50		0.45
tablero de yeso.....0.625in	50		0.56
triplay.....	34	1.25	
triplay.....0.25 in	34		0.31
triplay.....0.375 in	34		0.47
triplay.....0.5 in	34		0.62
triplay.....0.625 in	34		0.77
triplay o tablero de madera.....0.75 in	34		0.93
tablero de fibra vegetal			
recubrimiento densidad regular.....0.5 in	18		1.32
.....0.78125 in	18		2.06
recubrimiento, densidad intermedia.....0.5 in	22		1.22
reubrimiento para clavar.....0.5 in	25		1.14
respaldo de tejanil.....0.375 in	18		0.94
respaldo de tejanil.....0.3125 in	18		0.78
tablero antiruido.....0.5 in	15		2.35
tablero de ceramica, simple o			
acustico.....	18	2.50	
.....0.5 in	18		1.25
.....0.75in	18		1.89
laminados de pape.....	30	2.00	
carton omogeneo de papel reciclado			
tablero duro.....	30	2.00	
densidad media.....	50	1.37	
alta densidad, servicios de temperatura,servicio.....	63	1.00	
sobrepuestos	55	1.22	
alta densidad, tamplado normal.....	63	1.00	
Amglomerados			
Baja densidad.....	37	1.85	
densidad media.....	50	1.06	
Alta densidad.....	62.5	0.85	
Base.....0.625 in	40		0.82
contrapiso de madera.....0.75 in			0.94
MEMBRANAS DE CONSTRUCCION			
Filtro permeable al vapor.....			0.06
sello de vapor, 2 capas de			
filtro 15 Lb.....			0.12
sello de vapor, membrana plastica.....			Negl
MATERIALES DE TERMINADOS DE PISO			
carpeta y capa fibrosa.....			2.08
carpeta y capa de hule.....			1.23
losetas de corcho.....0.125 in			0.28
terrazo.....1 in			0.08
losetas de asfalto, vinilo, hule,.....			0.05
asbesto vinilo.....			
ceramica.....			
Madera acabado de madera dura.....0.75 in			0.68
MATERIALES AISLANTES			
colconeta y tabla			
Fibra mineral, lana de roca,			
escoria o vidrio			
aprox 2 a 2.75in.....	0.3-2.0		7
aprox 3 a 3.5 in.....	0.3-2.0		11
aprox 3.50 a 6.50in.....	0.3-2.0		19
aprox 6 a 7in.....	0.3-2.0		22
aprox 8.5 in.....	0.3-2.0		30

**TABLA A.9. RESISTENCIA TERMICA R DE SUPERFICIES CON
PELICULAS Y ESPACIO DE AIRE (h.ft².F/BTU)**

Posición del espacio de aire	Dirección del flujo de aire	Espesor del espacio de aire			
		1/2"	3/4"	1 1/2"	3 1/2"
		Valor de R			
Horizontal	Arriba	0.84	0.87	0.89	0.93
Inclinado a 45°	Arriba	0.90	0.94	0.91	0.96
Vertical	Horizontal	0.91	1.01	1.02	1.01
Horizontal	Abajo	0.92	1.02	1.14	1.21
Inclinado a 45°	Abajo	0.92	1.02	1.09	1.05

TABLA A.10. TASA DE GANANCIA DE GANANCIA DE CALOR DEBIDO A LOS OCUPANTES DEL RESINTO ACONDICIONADO

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino			calor total ajustado ^b			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580 ^c	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo ligero	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
Trabajo con máquinas pesadas	Fábricas	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Boliche	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Baile moderado													
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

^a Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.

^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).

^d Para el boliche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h).
Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals. ASHRAE Handbook & Product Directory.

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua.



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación:	AERÓPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /								Código:	69027				
Departamento:									Municipio:	MANAGUA				
Latitud:	12°08'36"								Longitud:	86°09'49"				
Año:	2015								Elevación:	56 msnm				
Parámetro:	Temperatura Máxima (°C)								Tipo:	HMP				
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
1	34.0	33.0	34.8	35.3	36.4	34.2	34.2	34.4	35.7	34.7	33.5	33.1	36.4	
2	33.0	34.3	33.4	35.8	36.1	36.5	34.8	34.7	33.6	31.3	33.9	33.0	36.5	
3	33.5	33.4	34.2	36.3	34.1	34.5	33.7	34.5	33.7	32.3	33.7	34.4	36.3	
4	33.3	34.3	34.5	35.9	35.7	32.8	33.5	35.4	34.8	33.9	33.4	34.7	35.9	
5	32.7	34.4	35.3	35.9	35.3	32.9	34.1	34.9	34.2	35.0	33.6	31.7	35.9	
6	33.0	35.0	33.7	35.1	36.1	34.7	33.7	35.0	33.5	35.5	33.1	34.1	36.1	
7	31.4	33.4	33.9	35.7	36.7	30.1	32.8	34.5	32.9	35.9	33.0	33.7	36.7	
8	29.7	32.5	34.6	35.8	36.5	27.5	33.1	33.7	35.7	34.2	33.5	33.5	36.5	
9	32.7	33.7	35.0	36.5	36.5	33.9	28.3	35.6	34.3	34.9	33.9	34.5	36.5	
10	32.1	33.1	32.5	36.9	35.8	31.0	30.2	35.0	32.2	34.0	32.7	33.7	36.9	
11	33.5	33.3	35.3	34.8	35.7	33.3	31.3	32.0	34.3	34.1	32.9	32.5	35.7	
12	34.2	33.5	35.0	36.8	36.1	32.2	34.2	34.9	34.9	33.6	32.3	34.2	36.8	
13	33.6	33.9	36.0	36.8	35.5	33.3	33.1	34.1	34.0	33.6	33.4	34.3	36.8	
14	33.8	32.3	33.5	36.7	36.1	34.4	32.5	35.2	35.7	32.7	33.2	33.9	36.7	
15	31.7	32.5	33.7	35.4	34.7	34.7	33.5	33.0	36.4	32.5	33.7	33.7	36.4	
16	33.3	33.8	35.1	36.8	35.7	33.1	32.9	30.9	36.6	31.9	33.3	34.3	36.8	
17	31.8	34.0	32.9	36.5	33.6	34.6	34.4	35.3	35.3	31.1	33.5	34.3	36.5	
18	32.8	34.5	34.0	36.5	33.6	34.5	34.5	35.9	33.3	31.5	34.0	34.7	36.5	
19	33.7	34.3	34.5	36.5	33.7	33.2	33.5	35.1	33.2	33.7	33.6	33.7	36.5	
20	32.4	32.5	34.7	36.5	35.4	33.3	32.6	35.5	34.8	32.7	29.7	33.3	36.5	
21	33.9	32.7	35.3	37.0	34.5	33.1	33.2	36.0	35.0	33.6	31.7	33.9	37	
22	33.5	35.0	34.9	37.5	32.5	34.6	32.0	33.4	33.6	33.7	31.7	35.0	37.5	
23	33.5	34.0	35.2	37.1	34.1	33.0	31.7	32.1	31.3	33.6	33.1	34.2	37.1	
24	33.2	34.6	35.5	37.3	34.3	35.0	33.0	35.3	30.3	33.6	33.7	35.2	37.3	
25	33.1	34.6	35.5	36.5	32.9	33.9	34.9	35.5	32.2	33.6	32.9	33.9	36.5	
26	33.0	34.5	35.2	36.0	34.9	33.7	34.5	35.0	33.7	33.1	33.2	34.6	36	
27	33.6	35.5	35.6	36.1	34.3	34.7	34.8	35.7	33.1	33.3	32.7	34.1	36.1	
28	32.8	35.1	35.1	37.2	34.8	34.8	34.5	35.3	34.2	33.3	33.2	35.2	37.2	
29	32.7	-	36.7	37.3	33.9	33.5	34.7	35.4	34.3	33.7	33.0	34.5	37.3	
30	32.6	-	35.5	30.4	34.3	34.6	33.9	36.5	34.4	34.0	33.3	35.5	36.5	
31	32.5	-	35.6	-	35.1	-	34.0	36.4	-	33.5	-	33.0	36.4	
Suma	1020.6	947.7	1076.7	1084.9	1084.9	1005.6	1032.1	1076.2	1021.2	1038.1	992.4	1054.4	1133.8	
Media	32.9	33.8	34.7	36.2	35.0	33.5	33.3	34.7	34.0	33.5	33.1	34.0	36.6	
Max	34.2	35.5	36.7	37.5	36.7	36.5	34.9	36.5	36.6	35.9	34.0	35.5	37.5	
Min	29.7	32.3	32.5	30.4	32.5	27.5	28.3	30.9	30.3	31.1	29.7	31.7	35.7	

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua.



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /

Código: 69027

Departamento:

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Año: 2014

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Máxima (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	32.9	33.5	34.8	35.3	35.1	34.8	33.9	35.2	34.7	33.3	33.2	32.7	35.3
2	33.0	33.2	33.2	36.3	36.6	35.2	32.7	35.5	34.9	33.7	31.0	32.0	36.6
3	32.4	33.9	34.5	36.2	35.4	35.7	32.9	33.7	33.7	33.4	30.8	32.3	36.2
4	32.3	33.5	34.1	36.4	37.1	34.3	32.9	35.3	34.0	32.0	31.4	32.2	37.1
5	32.7	33.6	33.9	36.0	35.0	35.5	33.7	36.1	32.3	31.7	33.0	32.5	36.1
6	32.1	33.1	34.9	35.5	36.1	36.0	34.0	35.9	32.8	32.5	32.7	33.5	36.1
7	32.7	33.2	35.0	36.3	35.5	36.3	32.3	33.9	34.1	31.5	32.3	32.4	36.3
8	32.0	33.5	35.1	37.1	36.8	36.1	34.6	34.1	32.9	30.1	31.8	31.5	37.1
9	32.9	31.5	35.1	36.3	36.2	36.3	34.9	32.9	34.0	26.2	31.5	32.3	36.3
10	33.3	33.5	35.2	34.0	35.4	34.9	34.0	32.6	33.5	28.5	30.7	31.9	35.4
11	33.3	33.8	35.0	35.8	35.7	35.4	34.8	34.7	32.3	29.4	31.9	31.6	35.8
12	33.2	34.5	34.8	36.4	36.4	36.7	35.0	33.0	32.3	30.7	32.4	32.4	36.7
13	33.3	34.7	35.1	35.8	36.2	36.3	31.8	33.6	32.7	32.0	32.4	32.5	36.3
14	33.1	34.3	34.6	35.7	35.7	32.5	32.5	33.0	32.0	32.4	33.7	31.5	35.7
15	31.9	34.5	35.1	37.0	36.7	33.5	34.4	35.0	31.7	30.0	31.6	31.5	37.0
16	32.7	33.9	35.0	36.1	36.5	33.4	33.4	33.3	31.5	32.3	30.4	31.5	36.5
17	32.7	34.5	35.3	36.5	35.0	32.2	34.8	33.5	32.4	31.8	31.1	33.0	36.5
18	30.8	34.2	35.3	36.5	35.7	34.3	35.3	32.1	32.1	31.7	32.0	33.6	36.5
19	32.9	33.5	35.3	36.1	36.7	34.7	34.3	32.5	32.9	30.4	32.5	33.0	36.7
20	32.6	33.1	35.9	36.8	36.5	35.1	35.0	30.8	32.6	31.7	32.2	31.7	36.8
21	31.9	33.5	35.5	36.7	36.7	35.6	33.7	32.5	32.5	29.9	32.1	32.5	36.7
22	32.7	32.9	35.6	36.7	35.8	33.7	34.0	33.4	33.6	28.4	31.8	32.5	36.7
23	32.9	34.5	36.3	35.2	34.9	31.1	35.1	33.7	33.7	32.1	31.6	32.7	36.3
24	32.1	34.4	36.5	36.5	34.7	30.4	35.7	34.3	31.0	32.4	32.6	34.0	36.5
25	32.0	32.5	35.9	36.9	35.6	32.9	35.5	35.3	31.1	33.3	32.9	33.8	36.9
26	31.7	34.0	36.7	37.3	34.9	32.8	34.7	35.0	32.1	29.9	33.5	31.1	37.3
27	32.3	34.3	36.2	36.4	36.2	29.2	34.0	33.7	32.7	32.0	32.1	33.2	36.4
28	32.6	34.9	35.7	37.3	36.2	34.3	33.8	30.7	33.7	32.0	32.0	34.2	37.3
29	33.1		36.1	35.9	35.7	34.3	35.3	32.1	33.4	33.0	32.1	32.6	36.1
30	33.3		34.9	37.1	33.7	33.5	35.5	32.4	32.5	32.7	31.5	31.5	37.1
31	33.1		35.9		34.1		35.6	33.3		32.3		32.8	35.9
Suma	1011	945	1093	1088	1109	1027	1060	1043	986	973	961	1007	1130
Media	33	34	35	36	36	34	34	34	33	31	32	32	36
Max	33	35	37	37	37	37	36	36	35	34	34	34	37
Min	31	32	33	34	34	29	32	31	31	26	30	31	35
Sin dato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: **AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /**
Departamento:
Latitud: **12°08'36"**
Año: **2013**
Parámetro: **Temperatura Máxima (°C)**

Código: **69027**
Municipio: **MANAGUA**
Longitud: **86°09'49"**
Elevación: **56 msnm**
Tipo: **HMP**

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	33.7	33.5	35.2	37.1	35.5	32.8	29.6	32.1	33.2	32.7	32.5	32.7	37.1
2	32.7	34.0	34.4	36.8	35.1	32.8	32.1	31.5	33.0	32.7	32.1	32.3	36.8
3	33.7	32.5	32.9	35.8	35.7	33.4	31.8	31.5	33.3	31.7	31.4	31.8	35.8
4	32.9	33.7	32.9	36.3	37.0	34.3	32.0	30.5	33.3	32.8	32.5	32.5	37.0
5	32.4	32.9	33.7	37.1	35.3	32.5	32.5	31.3	33.1	32.6	32.8	33.0	37.1
6	34.0	34.3	35.7	35.6	35.4	33.3	32.0	33.5	33.9	33.6	32.6	32.7	35.7
7	34.1	33.7	35.1	36.0	36.5	33.8	33.1	33.5	32.7	33.1	33.5	29.9	36.5
8	35.0	34.0	34.5	35.3	35.8	34.6	33.1	33.5	32.3	33.1	32.9	32.3	35.8
9	33.5	33.0	35.0	36.1	36.8	33.7	33.5	33.5	30.1	32.4	31.7	32.1	36.8
10	34.5	32.9	34.8	36.2	36.5	28.0	31.0	33.0	30.5	32.7	31.9	32.6	36.5
11	32.5	33.7	35.0	36.6	35.5	30.3	31.6	33.3	31.5	34.0	29.9	32.7	36.6
12	33.7	34.0	36.0	36.5	36.8	33.1	31.3	32.9	31.3	32.5	32.2	32.5	36.8
13	34.0	33.6	35.0	36.9	36.5	31.9	32.7	33.5	32.2	33.5	32.9	32.1	36.9
14	33.5	34.1	34.8	36.5	36.1	31.0	33.6	32.7	31.8	32.5	31.9	30.6	36.5
15	32.7	33.9	33.1	36.8	35.4	31.5	33.0	33.5	31.7	32.6	31.9	32.8	36.8
16	31.3	34.5	32.4	38.4	36.0	31.5	33.5	33.5	32.3	32.6	32.7	30.1	38.4
17	33.3	32.0	34.9	37.1	37.3	33.6	33.5	32.8	31.8	30.9	31.9	32.4	37.3
18	33.5	32.0	35.1	36.9	37.8	34.1	32.7	32.3	31.5	32.3	33.0	32.3	37.8
19	31.3	34.3	35.8	36.3	36.9	33.7	32.6	33.6	31.4	32.7	32.5	31.8	36.9
20	32.3	34.2	35.4	37.0	37.4	33.8	30.6	34.2	30.7	32.4	32.0	31.9	37.4
21	32.9	32.5	35.9	37.0	34.6	32.0	28.3	32.9	31.3	33.0	32.3	32.8	37.0
22	32.7	35.6	35.1	36.5	34.4	31.3	31.7	34.3	30.1	32.7	32.2	32.7	36.5
23	31.9	35.0	35.0	36.3	36.8	33.0	30.4	31.7	31.5	32.1	31.9	32.5	36.8
24	33.0	35.0	34.5	37.2	33.5	32.0	33.3	33.5	32.9	32.4	32.4	32.1	37.2
25	32.7	34.4	36.3	34.7	32.6	32.5	32.2	31.8	32.3	32.4	33.0	32.1	36.3
26	31.3	34.9	36.7	36.0	34.8	33.7	32.5	32.9	32.7	31.3	31.7	32.3	36.7
27	34.0	36.0	36.4	36.1	35.8	33.2	33.1	32.7	31.7	31.4	32.9	31.5	36.4
28	34.1	35.4	35.0	34.5	35.7	33.3	30.4	32.5	32.3	32.1	32.1	32.3	35.7
29	34.1		33.1	34.5	35.6	30.0	28.5	32.5	32.7	32.5	32.7	33.5	35.6
30	33.9		35.1	36.1	34.4	30.5	32.8	32.7	32.7	31.9	32.4	33.8	36.1
31	34.3		36.2		32.6		31.7	33.5		32.6		33.5	36.2
Suma	1030	950	1081	1090	1106	975	991	1017	962	1008	968	1000	1137
Media	33	34	35	36	36	33	32	33	32	33	32	32	37
Max	35	36	37	38	38	35	34	34	34	34	34	34	38
Min	31	32	32	35	33	28	28	31	30	31	30	30	36
Sin dato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /

Código: 69027

Departamento:

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Año: 2012

Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Máxima (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	31.7	33.1	33.9	35.9	35.5	32.5	32.9	33.1	30.2	30.2	32.5	33.5	35.9
2	32.1	31.1	33.9	35.5	36.0	33.0	33.5	34.2	31.5	32.5	32.9	32.7	36.0
3	31.5	31.0	34.5	36.8	36.1	34.2	33.3	34.7	32.7	33.1	33.2	33.5	36.8
4	30.2	33.7	36.5	36.3	36.4	33.1	32.9	33.7	33.5	33.4	31.2	33.3	36.5
5	31.9	32.3	35.1	32.9	37.0	31.1	32.3	34.0	32.8	33.5	32.3	32.7	37.0
6	31.1	33.5	34.4	35.7	34.3	33.0	29.8	34.7	33.4	33.0	33.0	33.1	35.7
7	30.7	31.7	33.7	36.7	35.1	33.8	32.4	31.4	32.9	32.5	33.5	33.1	36.7
8	31.1	32.7	34.3	35.8	32.5	34.5	32.1	33.3	33.1	32.9	33.6	33.0	35.8
9	32.2	33.0	33.9	35.4	34.7	32.5	33.3	33.1	32.0	28.8	33.0	33.8	35.4
10	32.7	32.5	35.0	34.9	34.8	32.0	32.3	31.8	34.1	32.0	32.3	33.7	35.0
11	31.5	32.2	34.5	34.9	35.3	33.3	34.0	32.2	33.5	33.2	32.3	35.0	35.3
12	33.4	32.6	34.7	35.3	35.2	31.7	31.8	31.3	32.7	33.1	31.9	33.2	35.3
13	32.1	31.3	33.1	35.0	33.8	27.9	32.2	33.7	32.1	33.5	32.6	32.7	35.0
14	32.9	32.9	31.4	35.7	35.0	32.3	32.9	33.9	34.2	32.4	32.8	33.2	35.7
15	31.6	34.1	33.5	36.0	33.5	33.8	33.0	33.8	32.5	31.0	32.0	33.5	36.0
16	31.3	34.4	32.7	34.7	33.3	33.3	32.7	32.6	32.5	32.4	33.1	33.1	34.7
17	33.7	34.5	34.9	34.7	33.8	33.4	32.8	33.1	33.5	32.1	33.7	33.3	34.9
18	30.7	33.7	35.0	35.3	34.0	31.6	32.9	32.5	33.1	30.9	33.4	34.0	35.3
19	32.1	33.5	34.7	35.5	32.5	32.8	32.9	32.0	33.0	31.9	33.4	32.7	35.5
20	31.5	34.1	34.0	35.5	32.4	33.7	32.5	32.9	33.4	31.5	34.0	33.1	35.5
21	32.5	33.6	34.7	34.3	30.0	34.1	33.6	33.1	32.6	31.3	33.1	33.5	34.7
22	31.6	34.2	35.0	35.3	31.1	32.7	32.0	33.4	31.0	33.1	31.9	32.5	35.3
23	32.1	33.7	34.7	34.7	30.7	30.5	31.5	32.5	32.4	32.3	31.2	31.6	34.7
24	32.2	32.7	34.4	34.3	32.7	33.7	33.9	33.7	33.3	33.0	31.9	32.6	34.4
25	32.5	31.6	34.3	35.0	34.1	33.9	31.9	32.5	32.8	31.1	32.3	34.3	35.0
26	31.7	34.0	34.8	34.3	33.9	33.0	34.6	32.7	32.6	31.1	31.7	32.3	34.8
27	31.9	33.2	34.5	34.9	32.9	32.7	32.1	33.0	32.1	31.5	31.2	34.7	34.9
28	31.5	33.2	34.8	35.9	33.5	33.8	32.3	32.3	32.5	32.0	32.3	33.7	35.9
29	31.7	33.5	35.1	36.1	34.7	31.5	32.1	32.2	33.1	32.8	32.9	34.8	36.1
30	30.4		35.8	36.5	33.4	32.3	27.5	31.2	30.5	32.0	32.4	33.1	36.5
31	32.5		35.1		31.7		34.0	33.2		31.7		30.6	35.1
Suma	987	958	1067	1060	1050	982	1008	1022	980	996	978	1030	1101
Media	32	33	34	35	34	33	33	33	33	32	33	33	36
Max	34	35	37	37	37	35	35	35	34	34	34	35	37
Min	30	31	31	33	30	28	28	31	30	29	31	31	34
Sin dato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: **AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /**
Departamento:
Latitud: **12°08'36"**
Año: **2011**
Parámetro: **Temperatura Máxima (°C)**

Código: **69027**
Municipio: **MANAGUA**
Longitud: **86°09'49"**
Elevación: **56 msnm**
Tipo: **HMP**

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	32.6	34.1	34.5	34.3	35.5	33.4	32.3	31.6	32.5	32.9	30.6	31.6	35.5
2	31.5	33.8	33.7	36.3	36.9	33.0	32.1	32.7	29.5	32.2	31.3	31.8	36.9
3	31.7	32.6	34.1	37.2	36.3	33.3	31.0	32.7	31.0	31.9	32.7	31.2	37.2
4	30.1	33.8	34.3	36.0	36.3	33.5	32.8	33.0	31.0	32.8	32.3	30.3	36.3
5	31.0	33.7	33.6	35.7	37.1	32.1	32.5	33.9	32.3	32.9	32.5	32.2	37.1
6	31.8	34.0	34.1	34.7	36.2	32.1	34.4	33.2	33.0	33.0	32.1	31.3	36.2
7	31.9	33.5	34.1	34.7	35.9	31.0	32.3	33.1	32.5	33.5	32.2	32.1	35.9
8	32.5	32.1	32.9	35.4	35.7	30.6	34.1	33.5	33.1	32.5	31.1	32.0	35.7
9	31.8	33.1	34.5	35.5	36.7	33.7	33.5	34.1	33.4	32.4	32.9	32.5	36.7
10	31.7	34.0	34.7	35.9	36.1	33.0	32.2	35.0	33.3	30.4	31.7	32.9	36.1
11	34.1	34.9	33.5	35.9	36.0	34.4	33.8	34.1	31.9	25.4	31.8	33.3	36.0
12	32.9	33.3	32.9	35.4	36.8	31.5	30.5	32.5	30.5	30.5	32.0	33.1	36.8
13	32.0	33.9	33.8	35.3	34.3	34.6	30.6	34.3	32.9	30.2	30.6	32.8	35.3
14	32.2	34.4	33.8	34.9	34.7	33.6	31.5	32.1	33.4	27.7	31.9	31.7	34.9
15	32.9	34.1	33.7	34.3	29.5	31.1	31.0	34.1	33.0	30.1	31.3	32.7	34.3
16	31.9	33.7	32.7	35.1	34.6	31.7	29.0	31.7	32.5	30.1	31.3	31.7	35.1
17	33.0	34.7	33.9	36.0	33.4	32.4	30.3	33.5	32.2	29.5	32.1	29.3	36.0
18	32.5	34.7	34.1	34.8	33.1	31.4	32.3	34.5	31.9	30.4	32.4	29.5	34.8
19	33.7	33.6	35.3	35.5	32.1	32.7	32.6	33.5	30.5	26.7	32.2	29.0	35.5
20	32.6	33.9	34.3	34.7	34.7	32.7	33.3	32.5	31.9	27.6	32.0	31.7	34.7
21	33.8	32.6	33.1	34.5	31.5	32.0	33.8	32.9	32.9	28.3	32.3	30.9	34.5
22	33.6	34.2	33.9	36.0	29.4	31.1	31.9	33.5	33.3	29.3	32.1	32.1	36.0
23	32.6	34.5	34.0	35.1	33.1	30.8	33.0	33.6	32.4	31.2	32.7	32.0	35.1
24	33.1	34.5	34.7	35.9	32.1	29.9	31.6	33.3	34.4	31.7	32.8	31.1	35.9
25	33.4	34.5	34.7	35.8	34.0	28.0	33.7	32.3	31.1	31.5	32.3	31.3	35.8
26	33.5	33.0	35.5	36.3	32.5	29.0	33.8	29.5	31.4	32.3	31.7	31.7	36.3
27	33.5	34.7	36.7	37.1	35.0	32.7	32.9	32.3	31.3	32.4	32.3	29.7	37.1
28	32.7	33.1	36.9	37.1	33.2	31.4	31.6	33.5	33.7	32.5	33.3	32.0	37.1
29	32.4		37.1	36.5	33.3	33.3	30.9	30.2	33.8	31.3	30.9	32.1	37.1
30	33.0		35.7	36.1	33.5	32.6	30.0	33.0	30.9	29.3	31.3	31.3	36.1
31	31.7		34.6		32.8		31.4	32.1		30.2		32.7	34.6
Suma	1008	947	1065	1068	1062	963	997	1022	968	953	959	980	1113
Media	33	34	34	36	34	32	32	33	32	31	32	32	36
Max	34	35	37	37	37	35	34	35	34	34	33	33	37
Min	30	32	33	34	29	28	29	30	30	25	31	29	34
Sin dato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación:	AERÓPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /									Código:	69027			
Departamento:										Municipio:	MANAGUA			
Latitud:	12°08'36"									Longitud:	86°09'49"			
Año:	2015									Elevación:	56 msnm			
Parámetro:	Temperatura Media (°C)									Tipo:	HMP			
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media	
1	28.7	27.2	28.7	29.6	29.7	29.2	28.7	27.9	28.0	28.8	28.6	27.3	28.5	
2	27.6	28.1	28.1	29.3	24.0	30.5	29.3	28.9	27.8	27.1	28.8	27.3	28.1	
3	27.9	27.3	28.1	29.5	29.2	28.1	29.3	29.4	27.6	27.3	28.5	27.9	28.3	
4	28.0	27.8	28.1	30.0	30.0	27.6	28.0	29.4	27.7	28.3	28.0	29.3	28.5	
5	27.8	27.9	28.8	28.6	29.9	27.8	28.8	29.6	28.7	29.0	28.0	27.7	28.6	
6	28.1	28.5	26.9	28.9	30.5	28.2	27.8	29.9	28.6	29.5	27.6	29.1	28.6	
7	27.0	27.5	27.3	29.7	30.9	27.0	28.2	29.2	28.5	29.6	27.9	28.3	28.4	
8	26.8	27.1	28.3	29.6	31.2	25.8	26.7	29.0	28.5	28.5	28.0	27.6	28.1	
9	26.7	27.2	28.3	29.2	30.6	27.5	25.8	28.9	27.1	27.8	28.2	28.2	28.0	
10	27.2	26.9	27.5	29.6	29.9	25.9	27.1	27.6	26.7	27.3	28.0	28.6	27.7	
11	27.3	27.9	28.5	29.5	30.3	26.8	26.0	27.8	28.7	27.4	26.9	28.1	27.9	
12	27.7	27.4	29.0	30.0	30.6	27.7	27.9	28.4	28.3	27.5	27.4	28.4	28.4	
13	28.0	28.2	28.8	30.3	30.1	27.6	28.0	28.5	29.0	28.2	28.2	28.3	28.6	
14	26.7	27.2	26.9	30.2	30.0	28.9	27.9	28.2	28.8	27.2	27.5	28.5	28.2	
15	26.1	26.8	27.8	29.8	29.5	28.9	28.3	27.7	29.6	26.9	27.5	28.1	28.1	
16	28.1	27.2	28.8	30.2	29.0	28.3	28.5	26.5	29.5	26.8	28.0	28.0	28.2	
17	26.4	28.2	27.4	29.8	27.1	29.2	29.2	29.2	29.9	27.2	28.6	28.2	28.4	
18	27.3	28.5	28.2	30.1	27.8	28.5	26.8	29.7	28.4	27.9	28.1	28.4	28.3	
19	27.3	28.2	27.6	30.6	28.7	28.7	27.2	29.5	27.7	28.4	27.8	28.7	28.4	
20	27.3	26.2	28.6	30.3	29.2	28.8	27.8	29.5	29.3	27.0	26.0	28.6	28.2	
21	27.0	26.6	28.3	31.2	29.0	29.0	27.7	30.1	28.6	28.1	27.3	28.5	28.5	
22	27.3	28.4	28.5	31.0	27.8	28.9	27.4	27.0	28.0	28.6	27.1	28.7	28.2	
23	27.1	28.1	28.7	31.0	29.0	28.6	26.2	27.6	26.7	28.8	27.9	28.4	28.2	
24	27.4	28.1	28.8	30.2	29.3	29.2	27.9	29.3	27.1	28.1	27.8	28.8	28.5	
25	26.9	27.9	28.9	30.0	27.9	29.3	29.6	28.6	27.8	28.2	27.5	28.4	28.4	
26	27.0	27.8	29.0	30.1	29.6	29.7	28.6	29.2	28.9	28.2	28.0	28.9	28.8	
27	27.3	27.9	29.0	30.8	29.1	29.4	28.8	29.4	27.8	28.1	27.5	28.3	28.6	
28	26.4	28.8	29.7	31.5	29.3	29.1	29.0	29.1	28.6	28.1	27.6	28.2	28.8	
29	26.7	-	30.0	31.8	28.7	28.9	28.7	29.3	29.2	28.7	26.8	28.6	28.9	
30	27.0	-	29.2	27.4	28.8	29.5	28.3	28.8	29.4	28.0	27.0	29.2	28.4	
31	26.6	-	29.2	-	29.0	-	27.8	28.5	-	28.1	-	28.7	28.3	
Suma	844.7	774.9	881.0	899.8	905.7	852.6	867.3	891.7	850.5	868.7	832.1	879.3	878.9	
Media	27.2	27.7	28.4	30.0	29.2	28.4	28.0	28.8	28.4	28.0	27.7	28.4	28.4	
Max	28.7	28.8	30.0	31.8	31.2	30.5	29.6	30.1	29.9	29.6	28.8	29.3	28.9	
Min	26.1	26.2	26.9	27.4	24.0	25.8	25.8	26.5	26.7	26.8	26.0	27.3	27.7	

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /

Código: 69027

Departamento:

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Año: 2014

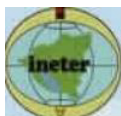
Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Media (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	26.4	27.0	27.5	29.5	30.7	28.3	28.2	29.6	28.3	28.7	28.0	26.9	28.3
2	26.5	26.9	27.7	29.5	30.9	29.1	28.0	29.8	28.0	28.1	26.8	27.8	28.3
3	25.7	26.8	28.2	29.7	30.0	30.0	26.6	29.4	26.4	28.1	26.8	27.2	27.9
4	26.6	27.1	28.2	29.6	30.8	29.8	27.9	29.5	27.3	26.9	27.4	27.1	28.2
5	26.9	27.5	28.2	29.9	29.9	30.0	27.8	29.6	26.1	26.1	28.1	27.7	28.2
6	26.7	26.7	28.3	29.4	30.6	30.6	28.7	28.8	27.0	26.1	27.0	28.2	28.2
7	25.9	26.3	29.2	29.9	30.4	30.5	28.0	26.7	26.8	26.7	26.6	27.3	27.9
8	26.3	26.2	28.8	30.9	31.1	30.5	29.4	26.3	27.6	26.0	26.6	26.2	28.0
9	25.8	25.8	28.8	31.0	30.5	30.2	29.6	26.6	27.9	24.9	26.4	26.0	27.8
10	26.3	27.0	28.8	29.2	30.6	29.9	28.8	26.3	28.0	25.0	26.8	25.8	27.7
11	27.0	27.5	28.8	29.8	30.2	29.7	29.0	27.9	27.9	25.8	27.0	25.9	28.0
12	26.8	28.1	28.6	29.5	30.2	30.5	28.6	27.8	27.2	26.5	27.0	25.7	28.0
13	26.5	28.4	29.1	28.6	30.4	29.5	27.9	27.3	27.1	26.8	27.1	26.1	27.9
14	26.2	28.8	28.5	29.9	30.0	27.6	28.1	28.2	25.8	26.9	27.3	26.0	27.8
15	26.0	28.2	28.3	30.3	29.4	27.7	29.7	29.0	26.4	26.0	26.4	25.8	27.8
16	27.2	27.6	29.0	30.4	30.9	27.1	29.3	27.2	26.5	27.0	25.9	26.0	27.8
17	26.5	27.5	28.2	29.7	29.8	27.8	29.0	28.6	27.6	27.1	25.7	27.2	27.9
18	26.1	27.7	28.9	29.3	29.9	28.5	30.0	27.5	26.6	27.1	27.4	27.3	28.0
19	26.9	27.5	28.8	29.7	30.7	28.9	29.9	27.2	27.7	26.6	27.4	27.2	28.2
20	26.9	27.3	29.3	30.4	30.9	29.5	30.1	25.6	27.0	26.4	26.3	25.7	28.0
21	27.6	27.1	29.4	30.4	30.7	28.4	29.8	26.5	27.2	25.3	27.1	26.3	28.0
22	26.9	27.3	29.1	30.0	28.0	28.8	28.4	27.8	27.4	25.7	26.2	26.9	27.7
23	26.9	27.5	29.3	30.1	28.5	26.8	30.0	28.2	28.2	26.8	26.2	27.7	28.0
24	26.4	27.8	29.2	30.5	28.9	26.6	29.2	28.8	26.4	27.3	27.4	28.3	28.1
25	26.6	26.7	29.6	30.8	28.2	28.5	29.6	29.0	26.2	27.9	26.8	28.1	28.2
26	26.7	27.1	30.1	30.0	29.3	26.2	29.2	28.2	26.4	26.5	27.8	26.6	27.8
27	26.3	27.3	29.4	30.0	29.4	26.0	27.8	27.2	27.3	26.8	28.0	27.5	27.8
28	26.0	27.9	29.2	30.8	30.5	28.9	26.5	25.7	27.8	27.3	27.1	27.9	28.0
29	26.5		29.2	31.0	29.9	28.2	29.1	27.0	27.8	27.3	27.2	27.1	28.2
30	26.9		28.8	31.2	29.0	28.4	29.8	27.4	27.5	27.4	26.9	27.1	28.2
31	27.4		29.4		28.8		29.7	28.4		27.5		27.8	28.4
Suma	823.4	764.6	893.9	901.0	929.1	862.5	893.7	863.1	815.4	828.6	808.7	834.4	868.1
Media	26.6	27.3	28.8	30.0	30.0	28.8	28.8	27.8	27.2	26.7	27.0	26.9	28.0
Max	27.6	28.8	30.1	31.2	31.1	30.6	30.1	29.8	28.3	28.7	28.1	28.3	28.4
Min	25.7	25.8	27.5	28.6	28.0	26.0	26.5	25.6	25.8	24.9	25.7	25.7	27.7
Sin dato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: **AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /** Código: **69027**
Departamento: **Managua** Municipio: **MANAGUA**
Latitud: **12°08'36"** Longitud: **86°09'49"**
Año: **2013** Elevación: **56 msnm**
Parámetro: **Temperatura Media (°C)** Tipo: **HMP**

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	27.4	28.0	28.4	30.5	29.6	27.4	26.1	27.1	27.7	26.8	27.6	27.4	27.8
2	27.1	27.9	28.3	30.0	29.9	26.2	27.7	26.3	27.1	27.0	27.2	26.5	27.6
3	27.5	26.7	26.0	29.8	28.3	27.8	26.8	27.0	26.9	26.4	25.8	26.6	27.1
4	26.7	27.0	25.8	29.7	29.8	28.2	26.6	26.1	27.0	27.3	26.8	26.8	27.3
5	26.7	27.4	26.7	30.5	30.3	27.8	26.7	25.8	27.8	27.7	26.9	26.9	27.6
6	26.9	27.6	29.1	29.6	30.2	28.1	26.3	28.3	27.6	28.4	27.1	26.8	28.0
7	27.8	27.9	28.7	29.2	30.5	28.6	27.9	28.1	27.1	26.9	27.4	26.2	28.0
8	28.1	27.2	27.9	29.2	30.0	28.8	28.1	27.5	26.7	27.4	26.3	26.3	27.8
9	27.7	27.0	28.7	29.8	30.6	27.0	27.5	27.9	26.2	27.8	26.0	25.5	27.6
10	28.2	27.1	28.8	30.5	30.0	25.7	26.6	27.8	26.1	27.5	25.8	26.8	27.6
11	27.4	27.4	28.7	30.3	29.2	26.8	25.5	26.4	26.2	27.0	26.1	27.3	27.4
12	27.8	26.8	29.5	30.6	30.2	28.0	26.5	26.1	26.6	27.3	27.2	27.5	27.8
13	27.7	27.2	28.9	30.7	30.0	27.5	27.0	27.2	27.5	27.5	26.7	27.4	27.9
14	26.3	27.1	29.0	29.9	29.8	27.0	27.2	27.7	27.5	26.7	26.6	26.0	27.6
15	26.5	27.3	27.5	30.8	30.0	27.1	28.1	27.6	26.2	27.3	27.0	26.8	27.7
16	26.3	27.6	27.7	31.4	29.6	27.6	28.3	27.6	27.1	26.9	26.9	26.2	27.8
17	27.1	26.7	28.3	31.1	30.1	28.7	28.2	27.0	26.5	26.6	27.1	27.2	27.9
18	27.3	26.0	28.7	30.4	30.2	29.3	27.0	27.8	27.1	27.7	27.5	26.9	28.0
19	26.4	27.9	29.5	29.6	30.3	28.3	26.6	27.8	26.4	26.7	27.2	26.5	27.8
20	26.7	27.1	29.2	29.9	30.8	28.2	25.5	27.7	25.7	26.7	25.9	25.7	27.4
21	27.1	27.3	29.2	30.3	29.3	27.8	24.1	27.9	26.8	26.8	27.1	26.4	27.5
22	27.2	27.9	29.4	30.2	28.3	26.7	26.0	28.2	26.4	26.6	26.5	26.7	27.5
23	26.7	28.3	28.8	30.3	29.5	26.8	26.5	26.7	26.4	26.8	26.5	26.1	27.5
24	26.9	28.7	28.9	30.7	28.0	27.4	27.8	26.8	27.6	27.2	26.9	26.3	27.8
25	27.0	28.5	29.2	29.8	27.8	27.6	27.3	27.2	28.0	26.8	27.4	25.9	27.7
26	26.3	29.1	30.9	29.7	29.3	27.9	28.7	27.5	27.0	26.9	26.8	25.9	28.0
27	27.1	29.2	30.2	29.7	28.4	27.8	28.1	27.5	25.7	26.7	27.2	25.9	27.8
28	28.0	28.6	28.9	29.0	28.5	28.1	25.8	27.6	26.6	26.5	26.2	25.9	27.5
29	28.0		27.7	28.9	27.5	26.4	25.6	27.1	26.8	26.9	26.8	27.5	27.2
30	27.5		28.4	29.4	28.0	26.0	27.6	27.2	27.0	26.8	26.2	27.4	27.4
31	28.0		29.4		27.2		26.8	28.2		26.9		27.1	27.7
Suma	843.4	772.5	886.4	901.5	911.2	826.6	834.5	846.7	805.3	838.5	802.7	824.4	857.2
Media	27.2	27.6	28.6	30.1	29.4	27.6	26.9	27.3	26.8	27.0	26.8	26.6	27.7
Max	28.2	29.2	30.9	31.4	30.8	29.3	28.7	28.3	28.0	28.4	27.6	27.5	28.0
Min	26.3	26.0	25.8	28.9	27.2	25.7	24.1	25.8	25.7	26.4	25.8	25.5	27.1
Sin dato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA A.11. Datos climáticos de Nicaragua



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL MANAGUA /

Código: 69027

Departamento:

Municipio: MANAGUA

Latitud: 12°08'36"

Longitud: 86°09'49"

Año: 2012

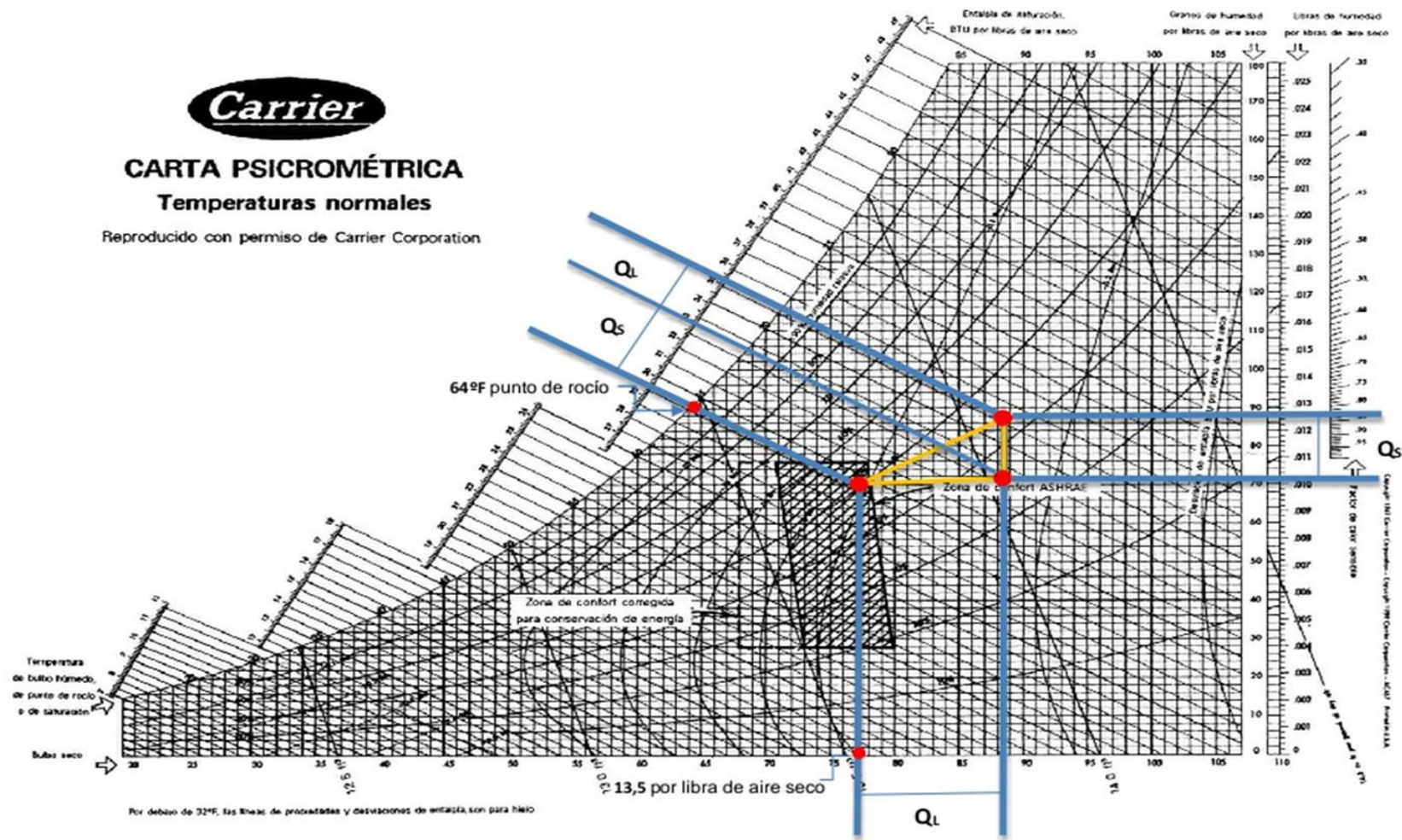
Elevación: 56 msnm

Parámetro: Temperatura Media (°C)

Tipo: HMP

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	26.5	26.0	27.9	29.5	29.8	26.6	26.5	27.4	26.6	25.3	26.6	27.1	27.2
2	26.0	26.0	26.8	29.9	30.0	28.0	26.6	28.6	27.1	26.6	27.5	27.0	27.5
3	25.9	25.3	27.8	30.6	29.7	28.4	28.0	28.4	27.8	26.2	26.5	27.2	27.7
4	24.8	26.6	29.2	29.8	30.2	27.3	26.8	28.0	27.0	27.0	26.5	27.0	27.5
5	24.2	26.5	28.8	27.4	30.1	27.1	26.5	28.6	27.8	26.4	26.6	26.8	27.2
6	24.3	27.2	27.8	29.6	29.2	27.8	25.4	29.2	28.2	27.5	27.8	26.6	27.6
7	25.9	27.3	27.5	30.0	29.4	29.3	27.0	28.3	27.6	27.6	27.8	26.0	27.8
8	25.9	27.4	28.0	29.2	28.0	28.8	26.8	27.4	27.1	27.1	27.4	26.4	27.5
9	26.0	27.3	28.0	29.3	29.4	26.3	27.2	26.8	26.4	25.5	26.8	27.6	27.2
10	25.8	26.5	28.4	28.6	29.6	26.5	25.9	26.8	26.8	27.0	26.7	27.9	27.2
11	25.8	27.3	28.0	28.9	29.4	28.3	27.2	26.8	27.4	27.7	26.5	28.0	27.6
12	26.2	27.0	28.4	29.6	29.6	26.9	26.1	26.3	27.4	27.5	26.6	27.7	27.4
13	26.4	26.4	27.9	29.2	28.0	25.5	26.7	28.0	27.1	26.9	27.4	27.3	27.2
14	26.8	26.2	27.3	29.8	27.8	27.7	27.5	27.9	27.2	26.9	26.4	27.2	27.4
15	27.1	27.1	27.4	29.7	27.3	28.6	27.2	26.8	27.2	26.5	25.9	26.4	27.3
16	26.7	27.5	26.9	28.8	28.1	27.6	27.5	26.1	28.0	26.9	26.9	26.4	27.3
17	26.2	27.0	27.8	28.4	28.7	27.4	26.8	26.8	26.7	27.2	27.0	27.4	27.3
18	25.3	27.1	27.8	27.1	27.9	27.2	26.2	26.3	26.7	26.2	26.2	27.8	26.8
19	25.4	26.7	27.8	28.3	27.5	27.9	27.7	27.0	26.1	26.1	26.3	25.9	26.9
20	26.2	27.3	27.5	29.5	27.0	28.6	27.8	27.5	27.5	26.5	27.0	26.8	27.4
21	26.1	27.1	27.7	28.7	26.8	29.1	27.3	26.6	26.6	26.6	27.1	27.1	27.2
22	25.7	27.5	28.3	28.8	26.9	28.7	26.5	27.7	25.9	27.2	26.3	27.5	27.3
23	25.2	26.2	27.7	29.3	27.2	26.9	27.3	27.9	25.7	26.9	25.6	26.3	26.9
24	26.2	26.7	27.8	28.7	26.6	27.9	28.7	28.2	27.3	28.3	24.6	26.0	27.3
25	25.1	26.5	28.0	28.4	28.8	29.0	27.5	27.4	27.0	26.6	25.2	26.8	27.2
26	25.1	27.4	28.2	28.7	27.6	28.0	28.6	27.3	26.5	26.4	26.4	27.2	27.3
27	25.6	26.4	28.4	28.8	27.8	27.6	27.3	27.6	25.9	27.1	27.3	28.1	27.3
28	26.3	26.6	28.5	28.8	28.5	27.6	27.4	28.0	27.6	27.4	27.5	28.0	27.7
29	25.9	26.6	28.9	30.4	28.5	26.1	27.0	27.3	27.5	26.9	27.5	28.3	27.6
30	24.9		29.4	29.8	27.2	27.5	25.5	25.6	26.4	26.9	27.1	27.5	27.1
31	26.6		29.0		27.4		26.3	26.1		26.5		26.1	26.9
Suma	800.1	776.7	868.9	873.6	880.0	830.2	836.8	848.7	810.1	831.4	801.0	839.4	846.5
Media	25.8	26.8	28.0	29.1	28.4	27.7	27.0	27.4	27.0	26.8	26.7	27.1	27.3
Max	27.1	27.5	29.4	30.6	30.2	29.3	28.7	29.2	28.2	28.3	27.8	28.3	27.8
Min	24.2	25.3	26.8	27.1	26.6	25.5	25.4	25.6	25.7	25.3	24.6	25.9	26.8
Sin dato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Anexos 3: Carta psicométrica.



Anexos 4: Proformas



Plaza Libertad, Modelo No. 3 Managua, Nicaragua

PBX : 2277-4811

Ruc: J0310000038643

Nombre: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Atencion Francisco Balladares

Telefono:

Email:

Fecha: 04/02/2016

Asesor Julio Jimenez

Telefono: 85106198-77871478

Email: jjimenez@arttico.com

Proforma N° 2079

Cantidad	Descripcion	Precio Unitario		Precio Total
12	Unidad de aire acondicionado Tipo Split Piso Techo Marca; INNOVAIR , 48,000 Btu , SEER 18 Sistema Inverter , Ahorre hasta un 70% en energia electrica , nuevo diseño inteligente para su ahorro , mas compacto , evaporador y condensador	\$ 2.450,00		\$ 29.400,00
12	Instalacion de unidad de aire acondicionado a una distancia max. De 15 pies , incluye tuberia de cobre , armaflex de insulacion , filtro deshidratador , ojo visor , armaflex de insulacion , carga de refrigerante , soldadura acero plata , codos , uniones , mano de obra y demas , anclaje de evaporador y condensador , cuna de condensador y demas accesorios para una buena funcion	\$ 260,00		\$ 3.120,00
Nota . No INCLUYE ACOMETIDAS ELECTRICAS , NI OBRAS CIVILES , SI LA INSTALACION EXCEDE LA DISTANCIA OFERTADA ESTA SERA COBRADA ADICIONALMENTE			Sub Total \$	\$ 62.460,00
* Precio Especial			IVA	\$ 9.369,00
Total Costo (Incluye impuestos \$)				\$ 71.829,00

Forma de Pago:	CREDITO DISPONIBLE A 30 DIAS
Valides de Oferta:	30 DIAS
GARANTIA	1 AÑO EN PARTES Y ACCESORIOS Y 3 AÑOS EN EL COMPRESOR
Tiempo de entrega	ENTREGA DE 2 SEMANAS HABILES O SEGÚN DISPONIBILIDAD DE BODEGA
Elaborar cheque a nombre de :	Arttico S.A.



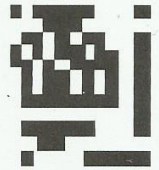
COMPANIA DE IMPORTACIONES Y REPRESENTACIONES, S.A.

Calle 14 de Septiembre, Edificio P del H, 1½ c. al Este, Managua, Nicaragua.

Tels.: 2248-3877 / 2248-3878 al 80 • Tel/Fax: 2249-6473 • Aptdo. # 2359

E-mail: ventas@coirsanicaragua.com • Web: www.coirsanicaragua.com

RUC: J0310000001529



¡Calidad y Mejor Precio!

Sr. (es):		No. RUC: J0310000001529
UNI		Fecha: 5/4/2016
Dirección:		Mario José Hurtado López
Teléfono: 2701006		Doc. No.: 0000122043

COTIZACION

Unidades	Nombre	Precio	Total
12,00	COND P/T 48KBTU 220V R410A MOU-48HFN1-M	48.702,73	584.432,75
12,00	EVAP P/T 48KBTU 220V R410A MUE-48HRFN1-N	16.108,23	193.298,77

Concepto: Precios en Córdobas, Entrega Inmediata, Oferta valida por 15 días, Somos Grandes contribuyentes, Forma de Pago: Contado
Equipo marca Midea, Eficiencia 16, Garantia por 1 año

Sub Total C\$: 777.731,52
Total Impuesto C\$: 116.659,73
0,00
Gran Total C\$: 894.391,25

- No se aceptan cheques.
- Estamos exentos de la retención del I.R.

¡Calidad y Mejor Precio!

Firma

Motores Eléctricos • Tubería de Cobre • Gas Refrigerante • Equipos de Aires Acondicionados
Compresores • Refrigeración • Extractores y Ventiladores • Soldaduras • Capacitores • etc.



COMPañA DE IMPORTACIONES Y REPRESENTACIONES, S.A.

Calle 14 de Septiembre, Edificio P del H, 1½ c. al Este, Managua, Nicaragua.

Tels.: 2248-3877 / 2248-3878 al 80 • Tel/Fax: 2249-6473 • Aptdo. # 2359

E-mail: ventas@coirsanicaragua.com • Web: www.coirsanicaragua.com

RUC: J0310000001529



¡Calidad y Mejor Precio!

No.Ruc: J0310000001529			
Sr. (es):	Fecha: 5/4/2016		
UNI			
Dirección:	Mario José Hurtado López		
Teléfono: 2701006	Doc. No.: 0000122042		
COTIZACION			
Unidades	Nombre	Precio	Total
1,00	COND P/T 48KBTU 220V R410A MOU-48HFN1-M	56.312,47	56.312,47
1,00	EVAP P/T 48KBTU 220V R410A MUE-48HRFN1-N	16.267,75	16.267,75
Concepto: Precios en Córdoba, Entrega Inmediata, Oferta valida por 15 días, Somos Grandes contribuyentes, Forma de Pago: Contado Equipo Midea Inverter Eficiencia 16, Garantia por 1 año		Sub Total C\$:	72.580,21
		Total Impuesto C\$	10.887,03
			0,00
		Gran Total C\$	83.467,24
<ul style="list-style-type: none"> • No se aceptan cheques. • Estamos exentos de la retención del I.R. 			
¡Calidad y Mejor Precio!		Firma	

Motores Eléctricos • Tubería de Cobre • Gas Refrigerante • Equipos de Aires Acondicionados
Compresores • Refrigeración • Extractores y Ventiladores • Soldaduras • Capacitores • etc.

Transclima Nicaragua S.A.
Ruc: J0310000088977



Srs: UNI
Atención: **FRANCISCO BALLADARES**
Teléfono: 8732-0379
E-mail:

Moneda: Dollar
Asesor: **Harry Garcia**
Telefono: **8957-7509**

Fecha: 05 de Abril de 2016

C.Nº **R0157-05042016**

Aire Acondicionado
COOLTEK®

Codigo	Descripcion	Und	Cant	Precio U.	Precio Total
	EQUIPO SPLIT PISO TECHO 48,000BTU SEER-16 MARCA: TEMPSTAR 220V 1PH 60HZ	UND	12	\$3,061.00	\$ 36,732.00
	INSTALACION ESTANDAR EQUIPO PISO TECHO 4MTS	UND	12	\$350.00	\$ 4,200.00

Subtotal: \$ 40,932.00

Nota: ELABORAR CHEQUE A NOMBRE DE TRANSClima NICARAGUA S.A.

Descuento \$ -

I.V.A. 15%: \$ 6,139.80

TOTAL: \$ 47,071.80

Tiempo de Entrega: 3 - 4 SEMANAS
Condiciones: 50% ANTICIPO Y 50% CONTRA ENTREGA
Método de Pago: CONTADO
Oferta Válida Por: 15 DIAS
Garantía: 1 AÑO 100% POR DESPERFECTOS DE FABRICACION



Semafaros puente el Eden 10 vrs. al Oeste, Bo. Maria Auxiliadora.
Tel.: 8120-8200 | E-mail: hgarcia@refrimundo.com

Transclima Nicaragua S.A.
Ruc: J0310000088977

Fecha: 05 de Abril de 2016

C.Nº **R0157-05042016**



Aire Acondicionado
COOLTEK®

Srs: UNI
Atención: **FRANCISCO BALLADARES**
Teléfono: 8732-0379
E-mail:

Moneda: Dollar
Asesor: Harry Garcia
Telefono: **8957-7509**

Codigo	Descripcion	Und	Cant	Precio U.	Precio Total
	EQUIPO SPLIT PISO TECHO 48,000BTU SEER-16 MARCA: TEMPSTAR 220V 1PH 60HZ	UND	1	\$3,061.00	\$ 3,061.00
	INSTALACION ESTANDAR EQUIPO PISO TECHO 4MTS	UND	1	\$350.00	\$ 350.00

Subtotal: \$ 3,411.00

Nota: ELABORAR CHEQUE A NOMBRE DE TRANSCLIMA NICARAGUA S.A.

Descuento \$ -

I.V.A. 15%: \$ 511.65

TOTAL: \$ 3,922.65

Tiempo de Entrega: 3 - 4 SEMANAS
Condiciones: 50% ANTICIPO Y 50% CONTRA ENTREGA
Método de Pago: CONTADO
Oferta Válida Por: 15 DIAS
Garantía: 1 AÑO 100% POR DESPERFECTOS DE FABRICACION



Semafaros puente el Eden 10 vrs. al Oeste, Bo. Maria Auxiliadora.
Tel.: 8120-8200 | E-mail: hgarcia@refrimundo.com



RUC: J0310000006660

SINTER, S.A.

MEJORES PRODUCTOS, MEJORES RESULTADOS

Cotizacion

Fecha 05/ 04/ 2016

No.: 00937304

Moneda Dólares

Cliente 9999-UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Direccion MANAGUA

Atencion A: FRANCISCO BALLADARES

Vendedor ANGELA MUNGUJA

Tiempo de Entrega 5-6 SEMANAS

Validez Oferta 15 DIAS

Forma de pago : CONTADO

Punto de Entrega MARCA GREE 48BTU SEER-16 R-410 220V GARANTIA DE UN AÑO. INSTALACION A 12 PIES DE DISTANCIA ENTRE EVAPORADOR Y CONDENSADOR NO INCLUYE ACOMETIDA ELECTRICA NI OBRAS CIVILES.

Fecha y Hora de Impresion 05/04/2016 02:01:18 p.m.

Paginas 1 a 1

Codigo	No. Parte	Descripcion	Cantidad	Precio	Importe
5203004505-UNIDAD	GUHD48ND3F O	COND GR 48BTU SR16 R410 PT 220 1	12.00	1,615.0000	19,380.00
5208004705-UNIDAD	GTH48D3FI	EVAP GR 48BTU SR16 R410 PT 220 1	12.00	684.0000	8,208.00
9907000000-UND		SERVICIOS	12.00	250.0000	3,120.00

STOCK SUJETO A CAMBIOS


Autorizado

Exentos de Retencion de IR y Alcaldia.

Sub Total US\$ 30,708.00
IVA US\$ 4,606.20
Total US\$ 35,314.20

SINTER, S.A. ROTONDA DEL PERIODISTA 100 MTS AL SUR MANAGUA NICARAGUA

TEL.: (505)22557900 - FAX (505)22780252 - FAX VENTAS 22780279 - CEL.: 88857229

APARTADO POSTAL: #708-EMAIL: sinter@ibw.com.ni



RUC: J0310000006660

SINTER,S.A.

Fecha 05/ 04/ 2016

MEJORES PRODUCTOS,MEJORES RESULTADOS

Cotizacion

No.: **00937299**

Moneda Dólares

Cliente 99999-UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Direccion MANAGUA

Atencion A: FRANCISCO BALLADARES

Vendedor ANGELA MUNGUIA

Tiempo de Entrega INMEDIATA

Validez Oferta 15 DIAS

Forma de pago : CONTADO

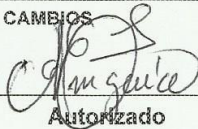
Punto de Entrega MARCA GREE 48BTU SEER-16 R-410 220V GARANTIA DE UN AÑO. FULL INVERTE,INSTALACION A 12 PIES DE DISTANCIA ENTRE EVAPORADOR Y CONDENSADOR NO INCLUYE ACOMETIDA ELECTRICA NI OBRAS CIVILES.

Fecha y Hora de Impresion 05/04/2016 01:54:48 p.m.

Paginas 1 a 1

Codigo	No.Parte	Descripcion	Cantidad	Precio	Importe
5203004505-UNIDAD	GUHD48ND3F O	COND GR 48BTU SR16 R410 PT 220 1	1.00	1,750.0000	1,750.00
5208004705-UNIDAD	GTH48D3FI	EVAP GR 48BTU SR16 R410 PT 220 1	1.00	741.0000	741.00
9907000000-UND		SERVICIOS	1.00	260.0000	260.00

STOCK SUJETO A CAMBIOS


Autorizado

Exentos de Retencion de IR y Alcaldia.

Sub Total US	2,751.00
IVA US	412.65
Total US	3,163.65

SINTER,S.A ROTONDA DEL PERIODISTA 100 MTS AL SUR MANAGUA NICARAGUA

TEL.: (505)22557900 - FAX (505)22780252 - FAX VENTAS 22786279 - CEL.: 88857229

APARTADO POSTAL: #708-EMAIL: sinter@ibw.com.ni

Anexos 5: Tablas de INE.

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA
ENTE REGULADOR**

TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE ABRIL DE 2016

AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR

MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.0899	
			kW de Demanda Máxima		747.8253
		T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	8.2851	
			Invierno Punta	8.0211	
			Verano Fuera de Punta	5.7253	
			Invierno Fuera de Punta	5.5332	
			Verano Punta		832.6816
			Invierno Punta		520.0229
			Verano Fuera de Punta		0.0000
			Invierno Fuera de Punta		0.0000
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	4.2101	
			kW de Demanda Máxima		479.3169
		T-4E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	6.1727	
			Invierno Punta	5.9713	
			Verano Fuera de Punta	4.1033	
			Invierno Fuera de Punta	3.9670	
			Verano Punta		620.1795
			Invierno Punta		387.3164
			Verano Fuera de Punta		0.0000
			Invierno Fuera de Punta		0.0000
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	4.3190	
			kW de Demanda Máxima		499.0759
		T-5E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	6.3843	
			Invierno Punta	6.1762	
			Verano Fuera de Punta	4.2184	
			Invierno Fuera de Punta	4.0800	
			Verano Punta		646.3469
			Invierno Punta		403.6527
			Verano Fuera de Punta		0.0000
			Invierno Fuera de Punta		0.0000
PEQUEÑAS	Para uso exclusivo de pequeñas distribuidoras de energía eléctrica	TPC	TARIFA MONOMIA		
CONCESIONARIAS			Todos los kWh	3.4059	

TABLA DE DATOS TECNICOS TW - 80 (AWG / MCM)

CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	Nº HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
ALAMBRES									
16	1.3	1	1.24	1.24	0.7	2.7	17	15	12
14	2.1	1	1.57	1.57	0.8	3.2	26	28	22
12	3.3	1	1.98	1.98	0.8	3.6	38	33	28
10	5.3	1	2.50	2.50	0.8	4.1	56	44	33
8	8.4	1	3.15	3.15	1	5.2	88	66	44
CABLES									
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	28	22
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	33	28
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	60	44	33
8	8.4	7	1.20	3.61	1	5.6	96	66	44
6	13.3	7	1.53	4.60	1	6.6	147	88	61
4	21.1	7	1.93	5.80	1.2	8.2	231	116	77
2	33.6	7	2.44	7.31	1.2	9.7	353	154	105
1/0	53.4	19	1.87	8.58	1.4	11.4	539	215	138
2/0	67.4	19	2.10	9.60	1.4	12.4	671	248	160
3/0	85.1	19	2.35	10.82	1.6	14.1	850	286	182
4/0	107.2	19	2.64	12.15	1.6	15.4	1058	330	215
350	177.5	37	2.44	15.69	2	19.7	1740	462	286

Anexos 6: Planos.

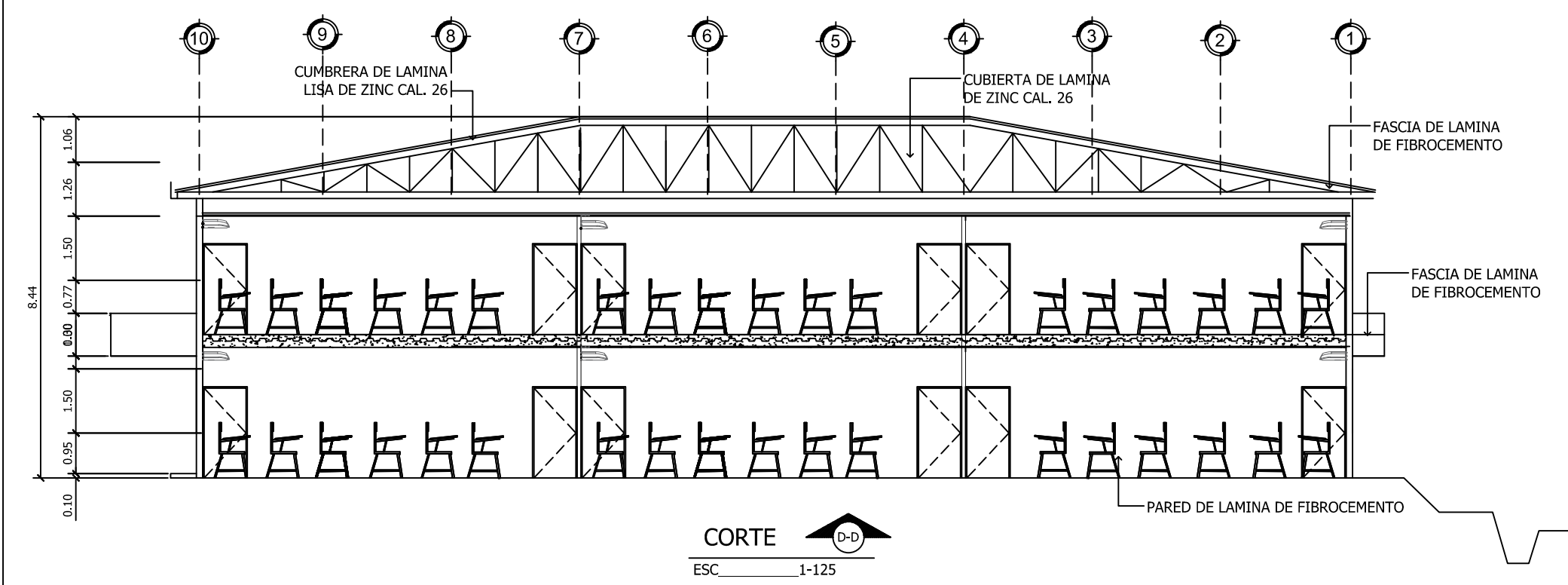
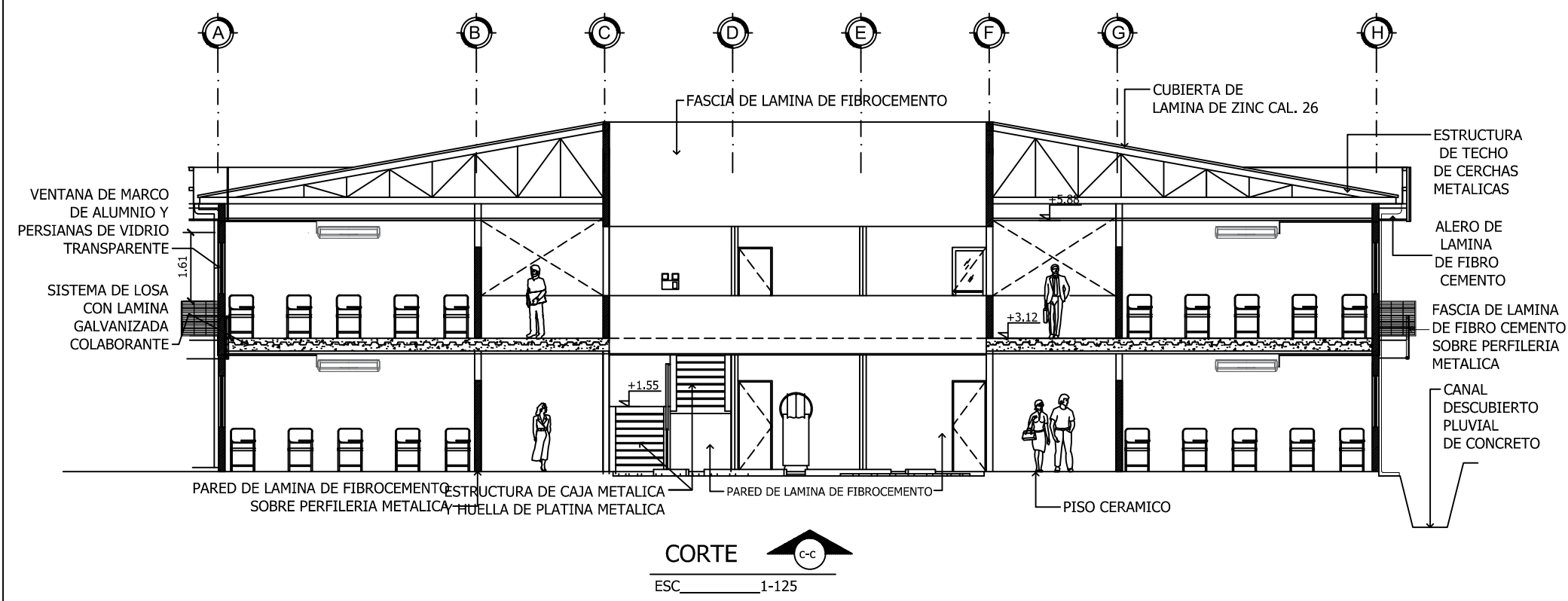


TABLA DE VENTANAS	
AMBIENTE: AULAS	AMBIENTE: OFICINAS
VENTANA DE MARCOS DE ALUMINIO Y PERSIANAS DE VIDRIO TRANSPARENTE	VENTANA DE MARCOS DE ALUMINIO Y PERSIANAS DE VIDRIO TRANSPARENTE
AMBIENTE: S.S VARONES	AMBIENTE: S.S MUJERES
VENTANA DE MARCOS DE ALUMINIO Y PERSIANAS DE VIDRIO TRANSPARENTE	VENTANA DE MARCOS DE ALUMINIO Y PERSIANAS DE VIDRIO TRANSPARENTE
TABLA DE PUERTAS	
AMBIENTE: AULAS	AMBIENTE: OFICINAS
PUERTA DE PLYWOOD DE 1 1/2" DE ESPESOR	PUERTA DE PLYWOOD DE 1 1/2" DE ESPESOR
AMBIENTE: SERVICIOS SANITARIOS	AMBIENTE: OFICINAS
PUERTA DE PLYWOOD DE 1 1/2" DE ESPESOR COLOR . CAFE OSCURO	PUERTA DE MARCO DE ALUMINIO Y VIDRIO FIJO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA

4

4

ESC: IND

PLANOS FACILITADO

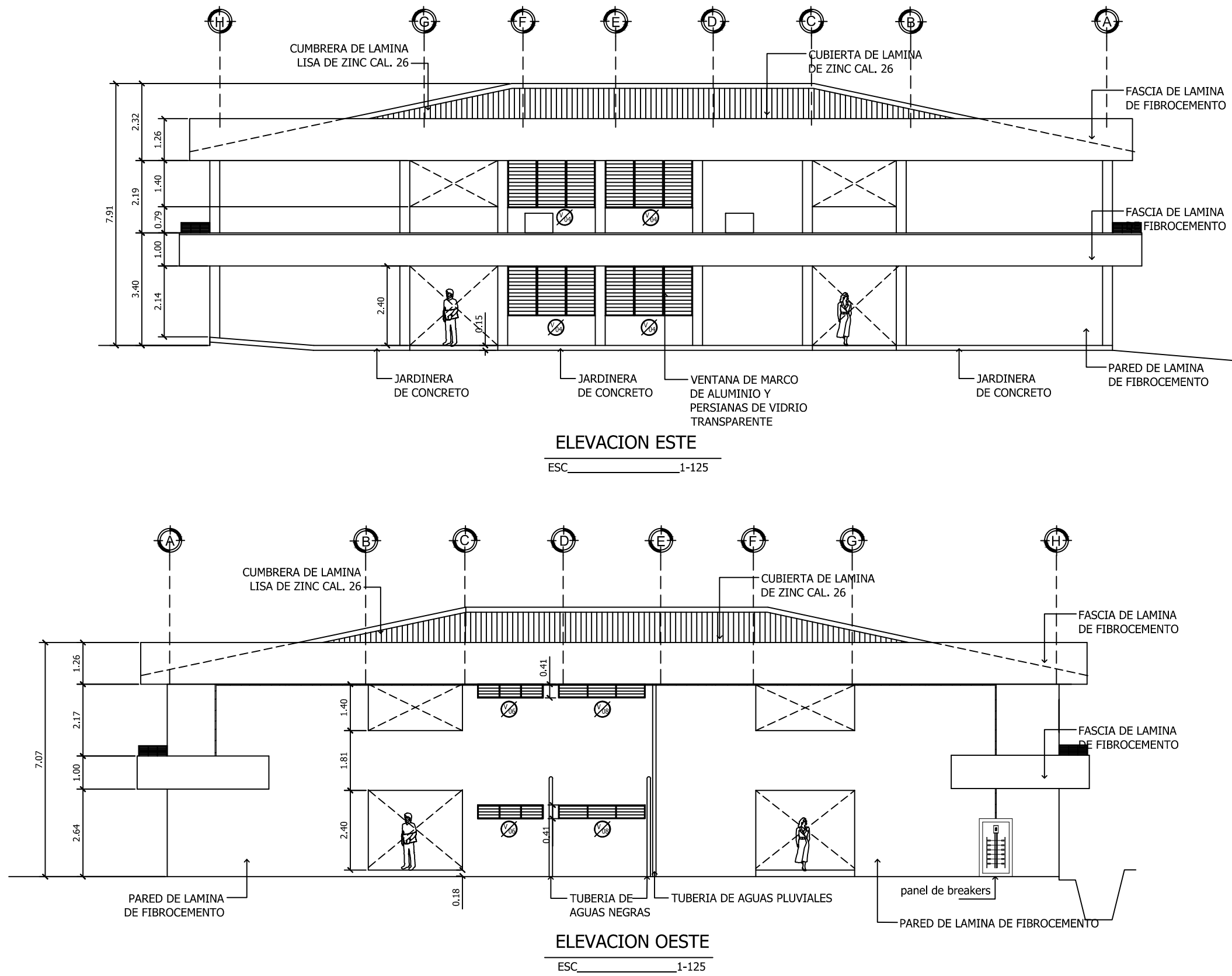
DIÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL EDIFICIO JULIO PADILLA UNI-RUPAP

PLANO PROPORCIONADO POR

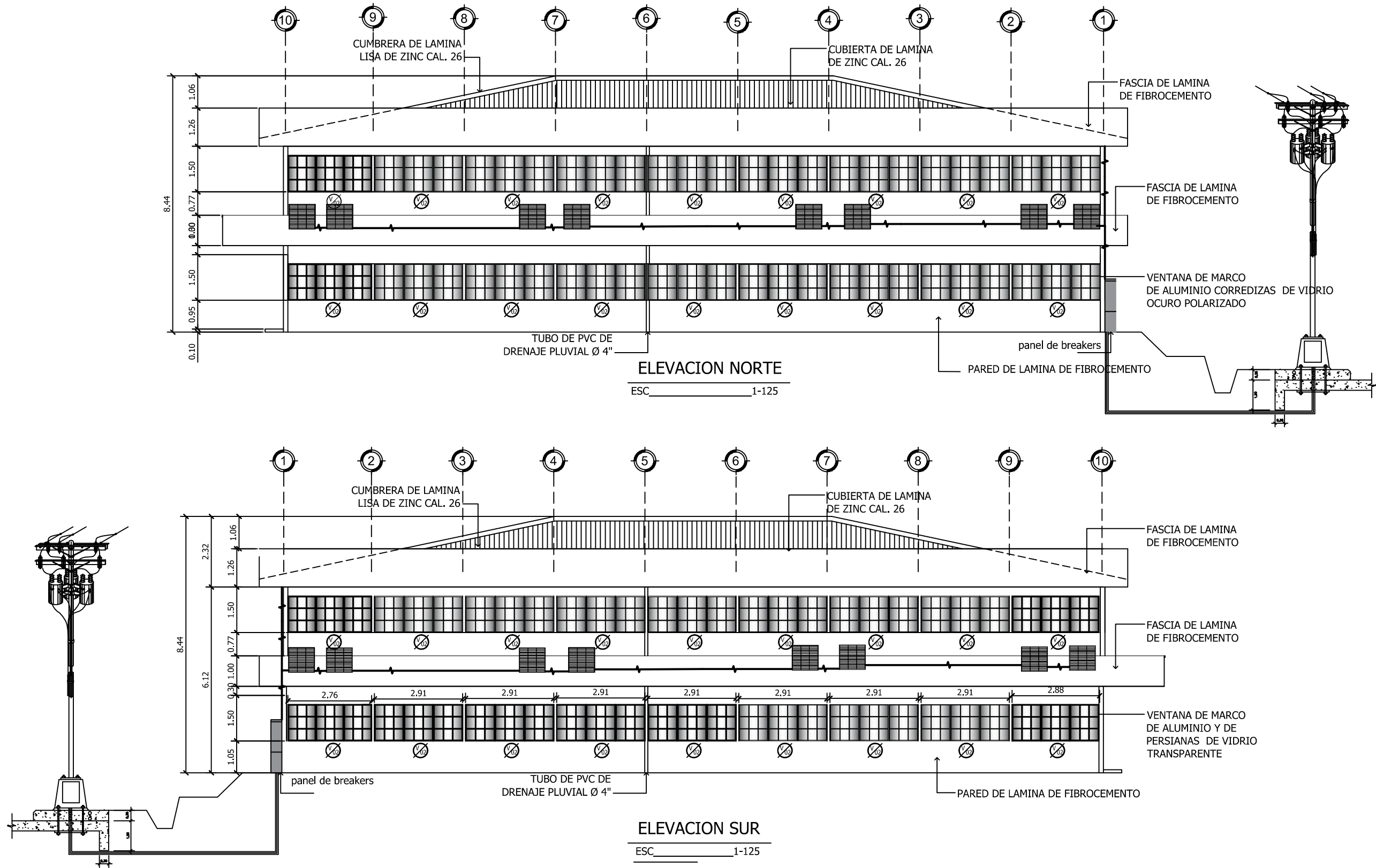
DISEÑO DE INST. DE AA

DISEÑADO POR

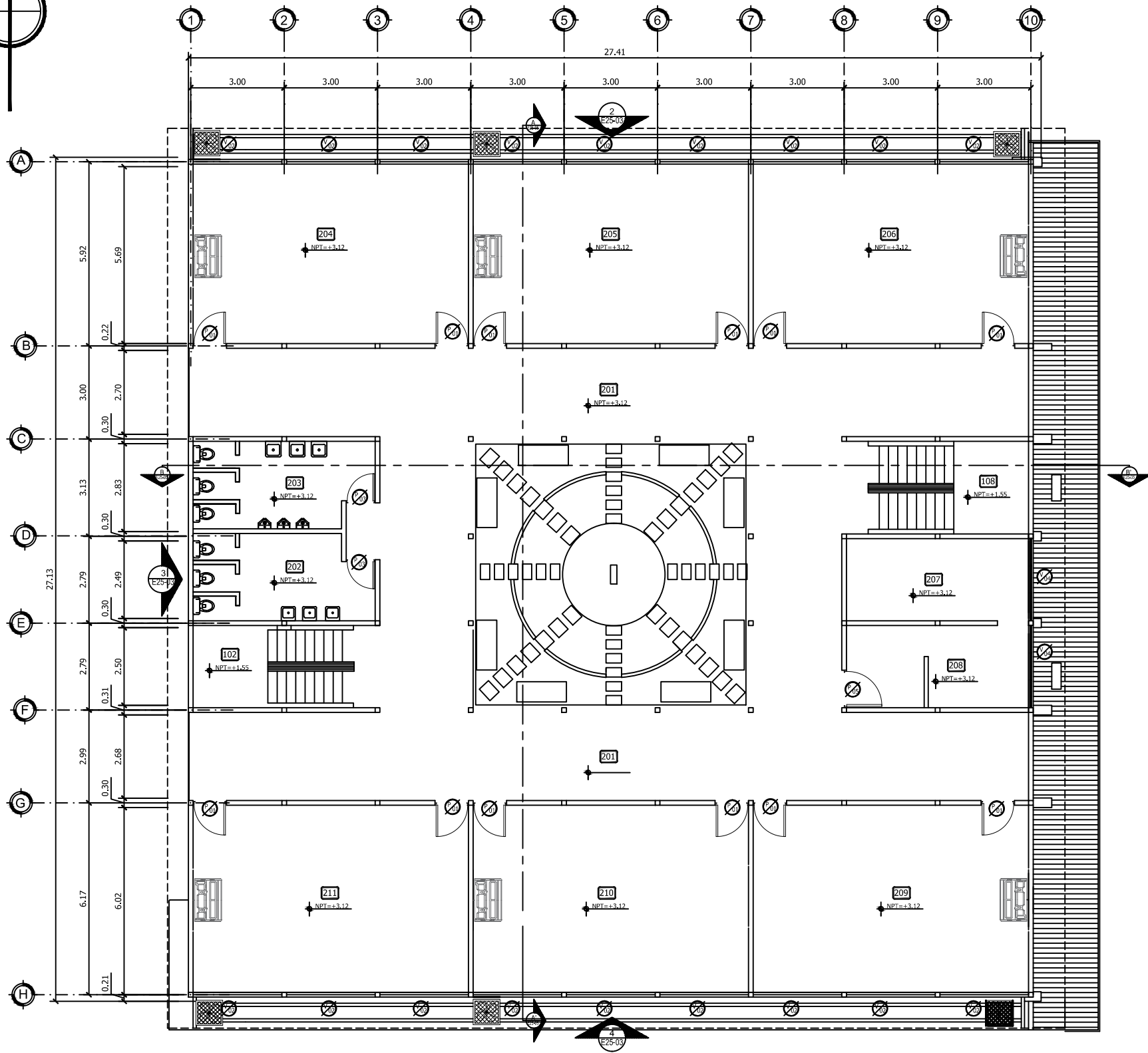
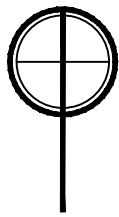
BR. FRANCISCO BALLADARES A, BR. HAYDRISH JARQUIN R, BR. LUIS BALLADARES A



G:\logo uni.png	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA		5
	DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL EDIFICIO JULIO PADILLA UNI-RUPAP		ESC: IND
	PLANO PROPORCIONADO POR		PLANOS FACILITADO
	DISEÑO DE INST. DE AA DISEÑADO POR		BR. FRANCISCO BALLADARES A, BR. HAYDRISH JARQUIN R, BR. LUIS BALLADARES A



G:\logo uni.png	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA		3	5
	DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL EDIFICIO JULIO PADILLA UNI-RUPAP		ESC: IND	PLANOS FACILITADO
	PLANO PROPORCIONADO POR			
	DISEÑO DE INST. DE AA DISEÑADO POR		BR. FRANCISCO BALLADARES A, BR. HAYDRISH JARQUIN R, BR. LUIS BALLADARES A	



PLANTA ARQUITECTONICA EDIFICIO JULIO PADILLA NIVEL II

Esc. 1:150

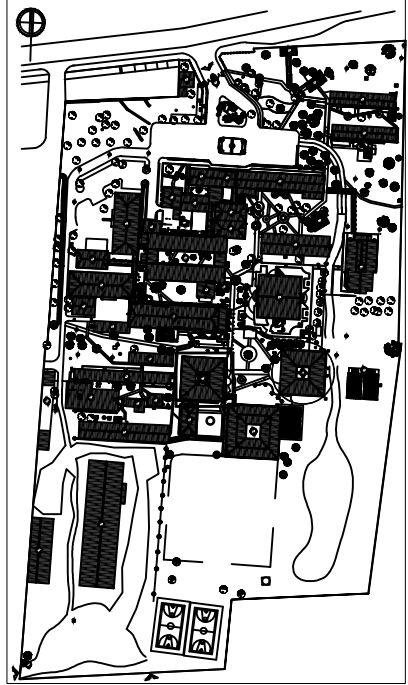


TABLA DE AMBIENTES		
No	AMBIENTE	Área
102	ESCALERA ESTE	19.68
108	ESCALERA OESTE	19.68
201	PASILLO	287.52
202	S.S MUJERES	17.91
203	S.S VARONES	17.91
204	AULA 1039	57.34
205	AULA 1038	56.87
206	AULA 1037	57.34
207	OFICINA 1 PAUS	17.40
208	OFICINA 2 PAUS	17.40
209	AULA 1036	57.34
210	AULA 1035	56.87
211	AULA 1034	57.34
Area Total		740.6

SIMBOLOGIA DE PISOS	
	PISO DE CONCRETO COLOR CREMA
	PISO CERÁMICO
	PISO EMBALDOSADO FINO Y PULIDO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA

DIÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL EDIFICIO JULIO PADILLA UNI-RUPAP

PLANO PROPORCIONADO POR

DIÑO DE INST. DE AA
DISEÑADO POR

ESC: IND

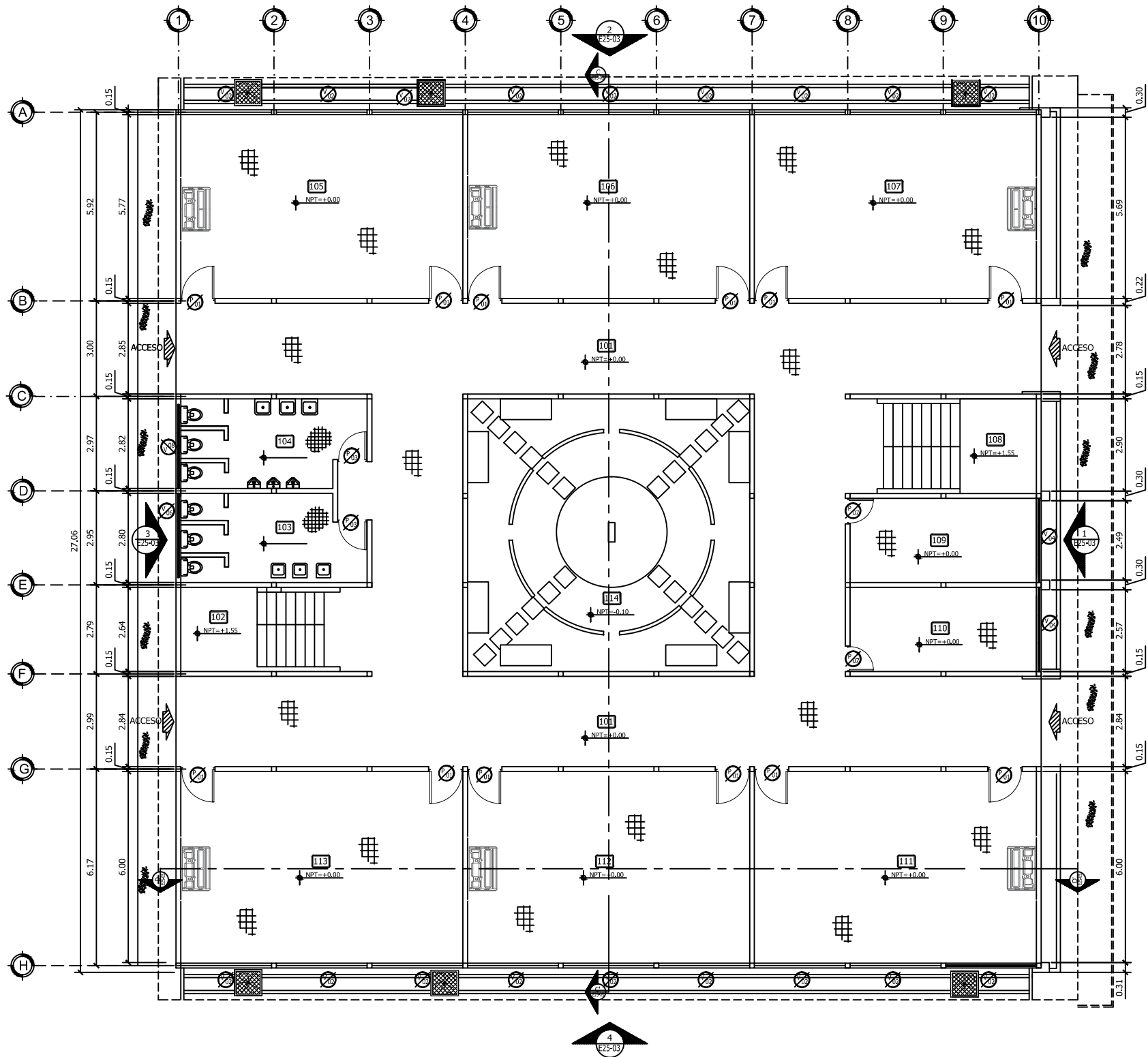
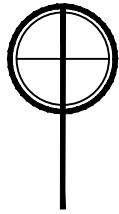
PLANOS FACILITADO



2

4

BR. FRANCISCO BALLADARES A, BR. HAYDRISH JARQUIN R, BR. LUIS BALLADARES A



PLANTA ARQUITECTONICA EDIFICIO JULIO PADILLA NIVEL I
Esc 1:150

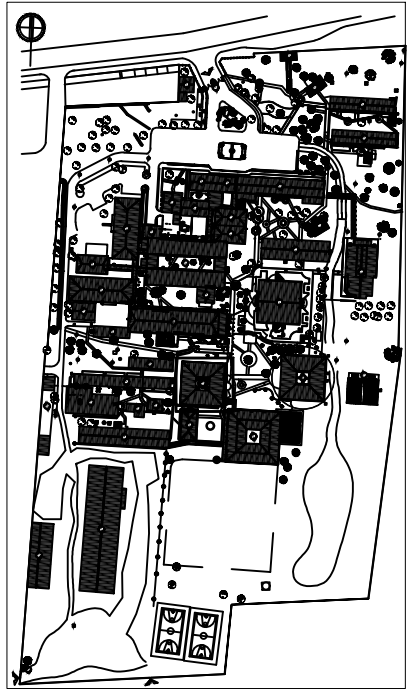


TABLA DE AMBIENTES

No	AMBIENTE	Área
101	PASILLO	287.52
102	ESCALERA ESTE	19.68
103	S.S MUJERES	17.91
104	S.S VARONES	17.91
105	AULA 1033	57.34
106	AULA 1032	56.87
107	AULA 1031	57.34
108	ESCALERA OESTE	19.68
109	OFICINA 1 PAUS	17.40
110	OFICINA 2 PAUS	17.40
111	AULA 1028	57.34
112	AULA 1029	56.87
113	AULA 1030	57.34
114	PATIO INTERNO	81.05
Area Total		821.65

SIMBOLOGIA DE PISOS

	PISO DE CONCRETO COLOR CREMA
	PISO CERÁMICO
	PISO EMBALDOSADO FINO Y PULIDO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA

1 / 4

DIÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL EDIFICIO JULIO PADILLA UNI-RUPAP

ESC: IND

PLANO PROPORCIONADO POR

PLANOS FACILITADO

DISEÑO DE INST. DE AA
DISEÑADO POR

BR. FRANCISCO BALLADARES A, BR. HAYDRISH JARQUIN R, BR. LUIS BALLADARES A



XII. BIBLIOGRAFÍA.

Acondicionamiento de aire: Principios y sistemas, Edward G. Pita, Primera edición, 1994.

ASHRAE Fundamentals Handbook, 2001.

Termodinámica, 6ta. Edición, Kenneth Wark.

Fundamentos de Transferencia de Calor, 4ta. Edición, Frank P. Incropera, David P. de Witt.

Alemán Simone, M. E., & Reyes Duarte, J. V. (Octubre de 2011). *Manual para el cálculo de la carga de enfriamiento de climatización residencial y refrigeración comercial en Nicaragua*. (Vol. I). Managua,: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. Recuperado el 22 de Mayo de 2015

Morales Corea, L. A., Ruiz Baltodano, A. A., & Cortez López, I. E. (2015). *Balance de carga y propuesta de mejora en el uso eficiente de la energía en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en el año 2014-2015*. Managua: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA INGENIERÍA MECÁNICA.

WEBGRAFIA

Báez, C. G. (21 de Junio de 2006). elaireacondicionado.com. Recuperado el 17 de 05 de 2015, de historia del aire acondicionado:
<http://www.elaireacondicionado.com/articulos/historia-del-aire-acondicionado>

EcuRed . (27 de mayo de 2015). EcuRed conocimiento para todos. Obtenido de El aire acondicionado: http://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana

GRINELEC ENRGIA. (17 de Mayo de 2015). GRINELEC ENERGIA. Recuperado el 2015, de Climatizacion: <http://grinelec.com/servicios/climatizacion/>

Guías Prácticas.Com. (26 de mayo de 2015). Climatización y Aire acondicionado. Obtenido de Confort higrotérmico: <http://www.guiaspracticas.com/climatizacion-y-aire-acondicionado/confort-higrotérmico>